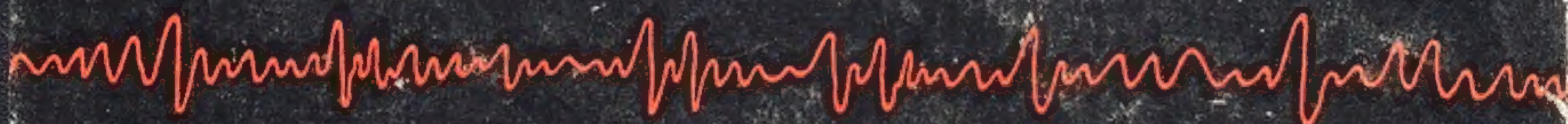


Ю. М. ПРАТУСЕВИЧ



УМСТВЕННОЕ
утомление
ШКОЛЬНИКА

А К А Д Е

(СИ

А К А Д Е М И Я М Е Д И Ц И Н С К И Х Н А У К С С С Р

Ю. М. ПРАТУСЕВИЧ

УМСТВЕННОЕ УТОМЛЕНИЕ ШКОЛЬНИКА

(СИМПТОМАТИКА, ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИРОДА
И ПУТИ УСТРАНЕНИЯ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕДИЦИНА»
Москва — 1964

АННОТАЦИЯ

Что такое умственное утомление? До сих пор представления о его природе были гипотетичны и неясны. Изучение при помощи новых методик корково-подкорковых взаимоотношений у детей позволило автору расшифровать в основном природу этого явления. Он дает глубокий физиологический анализ мозговых механизмов умственного утомления, широко используя современные данные отечественной и зарубежной науки, и впервые выявляет роль ретикулярной формации в этом процессе. В монографии физиологически обосновываются безвредные пути рефлекторного воздействия, устраняющие утомление.

Книга предназначена для физиологов, педиатров, психоневрологов, гигиенистов, педагогов, как научных работников, так врачей и студентов.

Монография рекомендована к изданию
Редакционно-издательским Советом АМН СССР.

*Школьникам моей Родины
посвящается*

Пред
Введ
Гла
Гла
Р
Р
Р

Гла
С
Ф
М
Э
Л
За

Гла
де
Со
ни
В
В
Ко
Эк
ум
Зак

Гла
ном
Усв
Эле
коя
Мет
Резу
умс
Закл

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение	10
Глава I. Симптомы умственного утомления	14
Глава II. История изучения умственного утомления	25
Работы, выполненные методами клинического наблюдения и статистики	27
Работы, выполненные методами психологии и педагогики	28
Работы по изучению отдельных функций организма, выполненные физиологическими методами	36
Глава III. Характер корковой нейродинамики при умственном утомлении детей	44
Основной количественный закон теории условных рефлексов: зависимость величины условнорефлекторного эффекта от физиологической силы условного раздражителя	44
Фазовые изменения деятельности коры головного мозга	54
Методика исследования	65
Экспериментальное изучение корковой нейродинамики при умственном утомлении детей	69
Заключение	107
Глава IV. Корково-подкорковые взаимоотношения при умственном утомлении детей	111
Современные представления о взаимодействии коры и подкорковых образований головного мозга	111
Восходящее влияние ретикулярной формации	113
Влияние коры на восходящую функцию ретикулярной формации	123
Комплексная методика изучения корково-подкорковых отношений у детей	128
Экспериментальное изучение корково-подкорковых взаимоотношений при умственном утомлении детей	138
Заключение	176
Глава V. Изменение электрической реактивности головного мозга при умственном утомлении детей	179
Усвоение ритма световых раздражений	179
Электрическая активность головного мозга здорового ребенка в условиях покоя и при раздражении ритмическим светом	185
Методика исследования реактивных потенциалов головного мозга ребенка	190
Результаты изучения реактивных потенциалов головного мозга ребенка при умственном утомлении	194
Заключение	237

Глава VI. Влияние блокады адренореактивных систем активирующей ретикулярной формации на реактивные потенциалы головного мозга ребенка	241
Заключение	260
Глава VII. Влияние блокады холинергических систем активирующей ретикулярной формации на реактивные потенциалы головного мозга ребенка	262
Заключение	279
Глава VIII. Влияние одновременной блокады адрен- и холинергических систем активирующей ретикулярной формации на реактивные потенциалы головного мозга ребенка	283
Методика одновременной блокады главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации головного мозга при операциях на височной кости у детей	284
Электроэнцефалографическое изучение совместного действия аминазина и метамизила	288
Заключение	299
Глава IX. Пути устранения умственного утомления и их физиологический анализ	302
Стойкая нормализация корковой нейродинамики сокращением учебной нагрузки и увеличением пребывания детей на свежем воздухе	307
Нормализация корково-подкорковых взаимоотношений кратковременным влиянием холодового агента на рецепторы тройничного нерва	327
Нормализация корково-подкорковых взаимоотношений влиянием на проприорецепторы при дозированных мышечных упражнениях	346
Заключение	365
Глава X. Электроэнцефалографический анализ воздействия холодового агента на ребенка	368
Комплексные адаптационные реакции организма (роль нервного и гуморального факторов)	368
Электроэнцефалографическое и клиническое изучение кратковременного действия холода на утомленный мозг ребенка	374
Прекращение блокады ретикулярной формации головного мозга кратковременным действием холода на рецепторы тройничного нерва ребенка	391
Заключение	409
Глава XI. Обсуждение и общее заключение	413
Литература	444

ОПЕЧАТКИ

в книге Ю. М. Пратусевича «Умственное утомление школьника»

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
40	1—2 снизу	Вожжинского	Волжинского
45	16 сверху	В. А. Буркмана	В. А. Бурмакина
115	13 снизу	Lidsley	Lindsley
117	5 сверху	Hasseler	Hassler
238	5 сверху	$(2\pi\sigma_{\text{ш}}^2)^{F_0 T}$	$(2\pi\sigma_{\text{ш}}^2)^{-F_0 T}$
269	5—6 сверху	частицы	частоты
291	6 сверху	частицы	частоты
452	15 снизу	Тетятник Ф. К.	Телятник Ф. К.

Пратусевич Юрий Маркович

УМСТВЕННОЕ УТОМЛЕНИЕ ШКОЛЬНИКА

Редактор С. П. Ландау-Тылкина

Техн. редактор А. В. Королев

Переплет художника Л. С. Эрмана

Корректор М. П. Молоков

Сдано в набор 31/III 1964 г. Подписано к печати 8/V 1964 г. Формат бумаги 70×90^{1/16} 28,75 п.
(условных 33,64 л.) 29,82 уч.-изд. л. Тираж 8300 экз. МН-76

Издательство «Медицина», Москва, Петроверигский пер., 6/8
Заказ 208, 11-я типография Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров
по печати, Москва, Нагатинское шоссе, д. 1
Цена 1 р. 35 к.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография Ю. М. Пратусевича посвящена основному и в то же время труднейшему и наименее разработанному вопросу физиологии здорового ребенка — генезису умственного утомления детей школьного возраста, физиологической природе этого процесса и путям его устранения.

Педиатрам, и особенно школьным врачам, приходится постоянно наблюдать среди учащихся средней школы ряд заболеваний, которые несомненно связаны с чрезмерной загруженностью детей напряженной умственной работой.

Результаты этого перенапряжения выражаются в целом ряде нарушений высшей нервной деятельности ребенка, фазовых состояниях больших полушарий, головных болях, раздражительности или, наоборот, вялости, понижении внимания, памяти, потере аппетита, нарушении обмена и т. д.

Существующие до сих пор представления о механизме умственного утомления гипотетичны, неясны, природа умственного утомления еще мало изучена.

Сама жизнь, однако, настоятельно требует от исследователей глубоко изучить генезис и природу умственного утомления учащихся, представить его физиологический анализ с позиций современной нейрофизиологии. Лишь на основании такого исследования школьная гигиена сможет определить нормы возрастных нагрузок учащихся, построить конкретные режимы их учебы, труда и отдыха.

Клиницист определяет умственное утомление по ряду симптомов, говорящих о торможении и об угнетении поведения ребенка, но точно установить утомление объективным измерением отклонений в работе головного мозга можно только путем современного инструментального изучения.

Поэтому проводить исследования механизма умственного утомления необходимо строго объективными физиологическими методами, свободными от субъективных впечатлений экспериментатора. Например, изучая

специфические (секреторные, двигательные и др.) и неспецифические пищевые (сердечно-сосудистые, дыхательные, кожно-гальванические и др.) рефлексы нервной системы. Большое место в этих исследованиях должно быть отведено биоэлектрической реактивности головного мозга. Только комплексное изучение различных сторон нервной регуляции организма ребенка поможет решить поставленную задачу. Именно такие исследования и провел автор. Его многолетняя работа была посвящена изучению кардинальных вопросов механизма умственного утомления учащихся и путей его устранения. С целью анализа корково-подкорковых взаимоотношений у детей автор использовал метод изучения условных рефлексов, по Н. И. Красногорскому, дополнив его регистрацией дыхательного, сосудистого, кожно-гальванического компонентов целостной рефлекторной деятельности. Систематические наблюдения позволили автору изучить корково-подкорковые взаимоотношения в естественных условиях жизни у детей при существующих у них фактических учебных нагрузках.

Исследование корково-подкорковых отношений было дополнено изучением электрической реактивности мозга (его способности воспроизводить частоту световых мельканий) с использованием новой методики обработки вызванных потенциалов, предложенной английскими исследователями Ловеллом и Доссеттом (Lowell, Dossett). Это дало возможность оценивать в точных величинах изменения деятельности головного мозга после 5—6 часов умственного труда в классе.

Роль ретикулярной формации в этих изменениях была изучена путем частичной или полной ее блокады. Указанная блокада достигалась применением седативных препаратов (транквилизаторов), снимающих страх, беспокойство, напряжение и усиливающих действие обезболивающих средств во время отоларингологических операций (тонзиллэктомий, тимпанопластик) в ушной клинике. Оказалось, что изменения реактивных потенциалов мозга при умственном утомлении и блокаде ретикулярной формации мозга имеют однозначный характер. Экспериментальное изучение корково-подкорковых взаимоотношений у детей классическими рефлекторными методами, а также электроэнцефалографическое изучение реактивных потенциалов в одинаковых условиях позволили установить связь между изменениями высшей нервной деятельности и ЭЭГ при умственном утомлении. В частности, можно думать, что изменения биотоков мозга при этом связаны с тормозными фазами в коре мозга и угнетением активирующей системы ретикулярной формации.

Далее автор показал, что изменения высшей нервной деятельности и ЭЭГ эффективно устраняются путем применения естественных и безвредных раздражений. Так, примененное кратковременное холодовое раздражение рецепторов тройничного нерва снимало умственное утомление, а также прекращало действие транквилизаторов, блокировав-

ших активирующую систему ретикулярной формации. Одинаковые изменения биотоков мозга при умственном утомлении и при блокаде ретикулярной формации транквилизаторами, а также одинаковость метода снятия утомления и прекращения блокады ретикулярной формации и, наконец, сходство в этом последнем случае наблюдаемых электрофизиологических явлений во многом выяснили природу умственного утомления и изменений корково-подкорковых отношений при умственном утомлении. Так же как холод действовали на умственное утомление дозированные физические упражнения на открытом воздухе продолжительностью не менее 30 минут. Действие мышечной нагрузки естественно связать с теми проприорецептивными раздражениями, которые попадают при этом в центральную нервную систему.

В результате специальной серии исследований автор получил практически важный вывод о том, что сокращение ежедневной рабочей нагрузки детей на 3 часа только за счет уменьшения домашних заданий с увеличением пребывания на воздухе (игры, спорт) приводит к устойчивой нормализации процессов высшей нервной деятельности.

Настоящая работа значительно продвигает вперед и уточняет наши представления об умственном утомлении детей школьного возраста, о физиологическом механизме тех изменений мозговой деятельности, которые при этом происходят. Вместе с тем она имеет большое значение для врачебной и педагогической практики, позволяя уже сейчас наметить пути профилактики умственного утомления, а также способы его устранения там, где оно имеет место.

Проф. Г. Н. СПЕРАНСКИЙ

Герой Социалистического Труда,
действительный член АМН СССР,
член-корреспондент АН СССР

13 июня 1962 г.

ВВЕДЕНИЕ

В чудесных мифах древней Греции, отразивших прекрасное утро человеческой культуры, рассказывается, как появился на земле труд и связанное с ним утомление. Древняя легенда, поэтически обработанная в VIII веке до нашей эры Гесиодом в поэмах «Теогония», «Труды и дни», содержит представления о труде, утомлении и болезнях как исторических явлениях. В «золотом веке», гласит древнегреческий миф, люди не знали ни заботы, ни труда, ни утомления, ни печали. Безболезненная и счастливая жизнь их была вечным пиром. Но вот титан Прометей похитил для людей небесный огонь, научил их искусствам и ремеслам, дал им знания для борьбы с природой, чем разгневал Зевса. В наказание за этот грех боги послали людям тяготы труда и болезни.

Более поздняя библейская легенда также связывает труд и утомление с грехопадением человека.

Эти легендарные представления о проклятии и тягости труда идут из глубины веков, когда труд был особенно тяжел и мучителен для человека.

Но в древней Греции мифологическому мировоззрению Гомера и Гесиода противопоставляется одно из лучших достижений древнегреческой культуры — материалистическое философское учение Гераклита, Демокрита и Эпикура. Уже они не считают труд только тягостным, мучительным, обязательно ведущим к утомлению. Демокрит (460—370 гг. до н. э.), например, считает: «Всякий вид работы приятней, чем покой, если достигается цель трудов. Но при всякой неудаче любой труд является одинаково тягостным¹» (разрядка наша. — Ю. П.).

Польза и необходимость труда подчеркиваются не только материалистами древней Греции. Представление о труде как источнике творческой удовлетворенности развивает знаменитый философ и поэт древнего Рима Лукреций Кар (99—55 гг. до н. э.). Его взгляды поэтически вопло-

¹ Демокрит. Фрагменты Демокрита и свидетельства о его учении. В кн.: Материалисты древней Греции. М., 1955, стр. 173.

щены в изумительной философской поэме «О природе вещей». Ее свежесть и злободневность, энциклопедичность и широта материалистического мировоззрения не только вызывали восхищение у Цицерона и Вергилия, но и определили многие черты мировоззрения Ньютона и Ломоносова, приводили в восторг Герцена, глубоко интересовали молодого Маркса, который в своей докторской диссертации «Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура» (1841) рассматривает Лукреция как выдающегося материалиста, диалектика, атеиста и великого просветителя древнего мира. В своей поэме Лукреций разбивает античный миф о «золотом веке». Он впервые и очень убедительно описывает примитивный век первоначальной дикости, ожесточенной и тяжелой борьбы человека за существование. Громадное значение в развитии человеческой культуры он придает таким трем великим открытиям, как пользование огнем, постройка жилищ и применение звериных шкур в качестве одежды. Одновременно Лукреций разрушает миф о похищении Прометеем небесного огня и даре его людям. Смелым и страстным языком рассказывается в поэме, как люди научились добывать огонь, наблюдая воспламенение деревьев от удара молний или от трения друг о друга в результате сильного ветра. Труд помог развиваться человеческому роду — заключает Лукреций свою концепцию происхождения культуры.

Впоследствии основоположники диалектического материализма все-сторонне обосновали и развили материалистическую идею о роли труда в развитии человеческих знаний, рассматривая трудовую деятельность человека, его практику как «революционную» и «практически-критическую». Они всесторонне исследовали предпосылки человеческой истории — материальные условия жизни людей, распространив мировоззрение диалектического материализма на понимание истории. Из этих представлений следует, что труд не только создает необходимые для жизни пищу, жилище, одежду и т. д., но и устанавливает общественную связь между людьми. В процессе труда полезным образом для людей изменяется и преобразуется окружающая человека природа. Вместе с тем труд изменяет и самого человека, он развивает дремлющие в нем способности, подчиняет их его собственной власти, развивает сознание, являясь условием и критерием процесса познания.

Из роли труда в развитии человеческого общества вытекает и задача медицинской науки в исследовании процесса труда.

Задача медицины и физиологии — отнять у труда его жало — вред, который он может принести здоровью при неправильной организации, тяжелых условиях, излишней продолжительности, вызывающих прогрессирующее утомление и истощение нервной системы. Задача науки и общества — сделать труд таким, чтобы он способствовал укреплению здоровья, гармоническому развитию физических и умственных способностей

человека, чтобы можно было наслаждаться его благотворным действием и результатами в науке, технике и культуре.

Следовательно, первейшей обязанностью медицины и физиологии детского возраста является изучение опасных последствий чрезмерного умственного труда ребенка, физиологическая расшифровка тех нарушений мозговой деятельности, которые он вызывает.

Вот что пишет в связи с этим газета «Правда» от 19 декабря 1961 г. в статье «Когда же будет устранена перегрузка школьников?»: «Перегружен рабочий день не только у старших ребят, но и у младших... При таком распорядке учебного дня детям действительно некогда отдохнуть, поиграть, почитать интересную книжку». В своем ответе, помещенном в газете «Правда» от 9 января 1962 г., министр просвещения РСФСР признал, что перегрузка школьников учебной работой действительно имеет место.

В редакционной статье «Проблемы народного образования» газета «Известия» пишет 12 октября 1963 г.: «Надо установить связь образования с возможностями современного ребенка... В радикальном исключении из программ исторических наслоений, в систематизации знаний, в умном и бережном использовании огромных возможностей мозга, памяти, развитии интеллектуальных способностей ребенка видят ученые ключ к сокращению срока образования... Создать теорию современного научения, опираясь на достижения техники и знаний о человеке, — значит победить главное зло школьных годов — перегрузку учащихся и обеспечить при этом более глубокое и прочное усвоение основ наук».

И хотя в этих статьях ничего не сказано о медицинской науке, педиатрия обязана позаботиться о том, чтобы было глубоко изучено умственное утомление школьников, найдены физиологические способы его преодоления, научно обоснованы режимы учебы, труда и отдыха.

Школьная гигиена предписывает нам до мельчайших подробностей, как одевать и питать школьников, как строить для них школы, интернаты, как предупреждать заразные болезни. Но она не дает нам физиологически обоснованных норм умственного труда школьников всех возрастов. И это не вина гигиены, а беда медицинской науки, которая пока еще мало знает о физиологической природе умственного утомления, о путях и методах борьбы с теми нарушениями высшей нервной деятельности, которые вызывает школьная перегрузка¹.

В настоящей книге делается попытка обобщить результаты экспериментального изучения работы головного мозга ребенка при умственном утомлении, расшифровать физиологическую природу этого яв-

¹ В статье «Утомление» в последнем издании Большой советской энциклопедии о природе умственного утомления лишь сказано: «Природа умственного утомления еще мало изучена» (БСЭ, т. 44, стр. 428, изд. 2-е).

ления и проанализировать физиологические и безвредные пути борьбы с умственным утомлением.

В соответствии с поставленной задачей группируется экспериментальный и литературный материал настоящей книги.

Первые две главы посвящены симптоматике умственного утомления ребенка и рассмотрению литературных данных по его изучению различными методами и методическими приемами (клинико-статистическим наблюдением, психологическим и физиологическим изучением различных функций организма).

Глава III книги посвящена проблеме корковой динамики при умственном утомлении ребенка. Анализ экспериментального материала, оценка нарушений корковой динамики, суждение о наличии тех или иных гипнотических фаз в больших полушариях ребенка производились путем применения основного количественного закона теории условных рефлексов — павловского «закона силы».

В главе IV специально рассматриваются корково-подкорковые взаимоотношения при умственном утомлении школьника. Для этого использовались полученные в эксперименте соотношения условных (случайных и двигательных) рефлексов к их неспецифическим вегетативным компонентам (кожно-гальваническому, сосудистому, дыхательному).

Главы V—VIII посвящены изменениям спектра реактивных потенциалов головного мозга школьника при умственном утомлении и анализу этих изменений при различных видах фармакологической блокады (совместно адренергической и холинергической или одной из них) ретикулярной формации у детей, производимой нами при оперативных вмешательствах по клиническим показаниям.

Главы IX и X содержат экспериментальный анализ естественных путей тонизации ретикулярной формации, подкорковых ядер и коры головного мозга ребенка, которые позволяют устранить нарушения мозговой нейродинамики и связанное с ними умственное утомление. В главе IX также приводится анализ применения физиологически обоснованного изменения режима дня школьника за счет сокращения учебной нагрузки детей на 3 часа и соответственного увеличения времени их пребывания на свежем воздухе (игры, спорт).

Полученные данные позволяют в заключительной главе сформулировать общие закономерности нейродинамических нарушений в головном мозгу при умственном утомлении школьника и на основании физиологического анализа рекомендовать пути их устранения.

Глава I

СИМПТОМЫ УМСТВЕННОГО УТОМЛЕНИЯ

Каждый знает, что после короткой работы чувство усталости, сопровождающее утомление, проходит очень скоро. Но повторяющаяся, хотя бы и небольшая, перегрузка постепенно вызывает прогрессирующее утомление. Его иногда можно обнаружить на следующий день или позже. Даже при полном бездельи во время бодрствования уже в конце каждого дня наступает такое состояние усталости, что его нельзя устранить простым отдыхом, а только сном.

Можно возразить, что ощущение усталости является субъективным показателем, но в основе этого ощущения лежат определенные объективные материальные процессы в нервных клетках головного мозга. И. П. Павлов и его школа считали, что в основе усталости лежит возникновение процесса торможения в интенсивно работавших корковых клетках, поэтому принимать во внимание усталость особенно важно. Вот что И. П. Павлов говорил о связи утомления с торможением в своем последнем выступлении на конференции психиатров, невропатологов, психоневрологов в Ленинграде в декабре 1935 г.: «Мы с вами в течение дня работали самым высшим отделом, словесным отделом нашей высшей корковой деятельности. Утомление вызывает торможение, и этот отдел приходит в недеятельное состояние... Утомление есть один из автоматических внутренних возбудителей тормозного процесса»¹.

Специально об ощущении усталости при мышечном утомлении писал А. А. Ухтомский в 1927 г. в своей книге «Физиология двигательного аппарата»: «Мы оказались бы в довольно карикатурном положении, если бы задались правилом пренебрегать «субъективными» проявлениями утомления и до тех пор не верить человеку, что он устал, пока он не даст нам доказательств в виде отрицательной плетизмограммы или в виде чрезмерного дыхательного коэффициента. Так называемые «субъ-

¹ И. П. Павлов. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 2. Изд. АН СССР, 1951, стр. 424—425.

ективные» показатели столь же объективны, как и всякие другие, для того, кто умеет их понимать и расшифровывать. Физиолог более, чем кто-либо, знает, что за всяким субъективным переживанием кроется физико-химическое событие в организме»¹.

На основании приведенных высказываний И. П. Павлова и А. А. Ухтомского можно думать, что чувство усталости, имеющее в своей основе ту же природу, что и утомление, связано с запредельным торможением корковых клеток.

В свете сказанного интересно указать на следующее замечание И. М. Сеченова: «Чувство усталости, сопровождающее подавленное настроение, имеет много общего с тем, какое сопровождает утомительные работы»².

Нужно специально подчеркнуть, что усталость обычно сопровождает утомление, особенно при тяжелой физической работе. Иногда, однако, эмоциональное возбуждение вовлекает в активную деятельность гипоталамические центры, активирующую систему ретикулярной формации мозгового ствола, гипофиз-адреналовую систему, в результате тонизируется кора больших полушарий и значительно повышается истинная работоспособность. Процесс возбуждения начинает преобладать и охранительное торможение вынуждено временно отступить. Вместе с ним исчезает и чувство усталости.

Известно также, что скучная, малоинтересная работа быстро ведет к появлению чувства усталости и утомления. В литературе описаны специальные исследования чувства усталости и утомления при физической работе [Нильсен (Nielsen, 1947), В. В. Розенблат, 1961]. Вопрос о действии различных афферентных раздражений на высшую нервную деятельность мы рассмотрим в главе, посвященной борьбе с умственным утомлением.

Важнейший признак утомления состоит в прогрессивном понижении успешности работы: ребенок жалуется, что он несколько раз читает написанное и тут же забывает, о чем идет речь.

Простое уменьшение работоспособности еще не может считаться результатом утомления. Оно может быть вызвано плохим самочувствием, физическим недомоганием, плохим настроением, отвлечением внимания ребенка каким-то другим посторонним делом или страхом и беспокойством по какой-либо причине. Подобным образом нельзя считать признаком утомления и всякое временное ухудшение качества работы, вызванное тем, что у ребенка пропал к ней интерес, который ранее стимулировал ее быстрое выполнение.

¹ А. А. Ухтомский. Физиология двигательного аппарата. В. 1. Л., 1927, стр. 140.

² И. М. Сеченов. Избранные труды. М., изд. ВИЭМ, 1935, стр. 161.

При утомлении успешность умственной работы уменьшается постоянно и в большой степени. Изменение работоспособности идет по трем путям. Уменьшается количество работы. Обычно уменьшение количества сопряжено с ухудшением ее качества. Эти изменения работы могут быть очень разнообразны, как и разнообразна сама работа, которую может выполнять школьник. Однако раньше всего страдает координация различных деятельности (операций) в процессе работы.

У ребенка отмечается ослабление внимания, он становится рассеянным, не способным к работе творческого характера. В простой автоматической работе у него также проявляются отчетливые нарушения правильности ее выполнения.

В качестве иллюстрации мы сошлемся на словесный «ассоциативный» эксперимент, проводимый нами в модификации Юнга у воспитанников школы-интерната утром до уроков и после 6 уроков. Оценка результатов давалась по А. Г. Иванову-Смоленскому (1922). Мы просили ребенка в ответ на произнесение нами разных слов ствечать на каждое из них первым словом, которое придет ему в голову. Оказалось, что до утомления словесные реакции детей можно было охарактеризовать как индивидуально-конкретные. Например: «небо—голубое», «учительница—математики» и т. д. С наступлением утомления после уроков эти словесные реакции становились все однообразнее и имели все более и более отдаленную связь с произносимыми словами. Часто одни и те же слова повторялись (персеверирующие словесные реакции) или же к произнесенному слову прибавлялись лишь слоги (собственно примитивные словесные реакции) и дополнения без всякого отношения к смыслу (экстрасигнальные словесные реакции).

При нарастании умственного утомления ребенка производимая им работа становится все менее равномерной и результативной. Появляется неуверенность в восприятии внешних впечатлений. Он их смешивает с прибавлениями от себя. Не совершенно и не точно запоминает заучиваемое. Особенно ясно это проявляется, если вы просите ребенка прочесть какой-нибудь отрывок текста и затем рассказать о прочитанном.

Характер ошибок хорошо выявляется корректурным методом.

При исследовании утомленных детей в классе при помощи корректурных таблиц по методике В. Я. Анфимова мы использовали обычно три вида заданий нарастающей сложности: в первом случае предлагалось просматривать каждую строчку таблицы слева направо и вычеркивать заданную букву (например, букву «е»). Во втором случае нужно было вычеркивать эту же букву, но если перед ней стоит какая-либо заданная буква, то не вычеркивать (например, «е», «ве»). В третьем случае требовалось вычеркнуть одну букву и подчеркнуть другую. Оказа-

лось, что с нарастанием утомления уменьшается количество просмотренных за 2 минуты знаков, нарастает количество ошибок из-за увеличения пропусков или лишних зачеркиваний.

В литературе имеется указание, что описанное явление говорит о нарушении баланса раздражения и торможения в сторону торможения вследствие развития запредельного торможения (Фаддеева, 1960).

Особенно важно подчеркнуть связь между умственным и физическим утомлением, которую впервые описал итальянский физиолог Моссо (Mosso, 1893). Сильное умственное утомление понижает эффективность физической работы и наоборот. При сравнении гимнастических упражнений, выполненных во время занятий физкультуры утром и после учебного дня, отчетливо видно, что при умственном утомлении движения становятся более грубыми, вялыми, неуверенными, иногда появляется тремор, особенно в позе Ромберга, затрудняющий физическую работу, в целом ухудшается двигательная координация.

Если ребенок при развитии утомления после дня занятий не может отдыхать, а ему дают какую-либо срочную работу, то чувство усталости все время нарастает, появляется чувство слабости и изможденности (особенно при ночной работе детей). Постепенно усиливается потребность в отдыхе и сне. Обычно если ребенку что-нибудь мешает удовлетворить свою потребность в отдыхе, то усиливается и нарастает раздражительность.

Картина этого явления необыкновенно сильно и ярко описана А. П. Чеховым в рассказе «Спать хочется».

Нередко нарастание умственного утомления у детей 13—15 лет проявляется в неодолимом желании прекратить работу. При этом они жалуются на общее недомогание. В этих случаях можно видеть, как до того энергичные, бодрые дети теряют свою энергию, бодрость, жизнерадостность. Они плохо сосредоточиваются на задании, становятся рассеянными, у них понижается внимание. При дальнейшем нарастании утомления дети перестают воспринимать то, что необходимо для правильного выполнения домашнего задания по математике, физике и т. п., теряют логическую связь мыслей, память их значительно понижается: чтобы уяснить смысл прочитанного, им приходится по несколько раз перечитывать одно и то же место или фразу, появляются сонливость, иногда головная боль и другие неприятные ощущения. Характерно, что в таком состоянии острого и сильного умственного утомления детям приходится переделывать и исправлять письменные работы без конца. Мы не раз наблюдали такую картину в детском доме № 33 Москвы в 1953 г. После 6 часов в общесобразовательной школе дети 7-го класса (14 лет) сидели вместе с воспитателем часов 5 и без конца переделывали письменные работы, так как все время допускали ошибки и воспита-

тель требовал еще и еще раз переделывать домашние задания: письменные он проверял сам, а устные — воспитанники должны были ему доложить, чтобы он был уверен, что на следующий день ребенок получит хорошую отметку. Естественно, что в такой обстановке дети теряли веру в себя, в свои возможности, становились мрачными, угрюмыми. Внешний их вид производил болезненное впечатление: лицо бледное, взгляд тусклый, движения вялые. В общении друг с другом раздражительны, нетерпеливы и неуживчивы.

Многие старые и новые авторы считают, что чувство усталости подобно чувству боли можно рассматривать как своего рода предохранительное средство. Как чувство боли заставляет ребенка защищать соответствующие части своего тела, так и чувство усталости заставляет его прекращать работу. Тем не менее такое предохранительное средство, как усталость (так же как и боль), не всегда надежно. При значительном объективном падении работоспособности вечером, когда работа увлекает детей (мы наблюдали это во время занятий в фото- и радиокружках в школе-интернате), они еще не чувствуют себя усталыми. В других же случаях, когда работа не интересует их и отличается своей монотонностью и однообразием, дети жалуются на усталость, особенно дети младшего школьного возраста (7—10 лет), хотя объективные показатели работоспособности не снижены. Аналогичные указания имеются в литературе на примере мышечной работы у взрослых людей (Беркович, 1949; Gudenheim, 1953; Розенблат, 1961).

Во время работы в 1952 г. в детском отделении Ленинградской психиатрической больницы имени Скворцова-Степанова по изучению условных рефлексов в гипнозе нам не раз приходилось наблюдать чувство усталости, внушенное нами ребенку в гипнозе. Среди ослабленных детей в школе-интернате также были дети, которые жаловались на усталость утром после ночного сна, а после обеда они чувствовали себя настолько усталыми, что их неодолимо тянуло ко сну. Умственная работоспособность таких детей во время классных занятий была с самого начала понижена. Но во время работы она прогрессивно не понижалась. Наоборот, спустя 2—3 часа их работоспособность постепенно повышалась, а чувство усталости исчезало. Когда же дети действительно утомлены, то их умственная работоспособность быстро понижается.

Часто чувство усталости появляется при скучной работе. При этом умственная работоспособность, измеренная при помощи арифметических или корректурных проб, обычно не понижается. Поэтому при скуке следует не отдыхать, а менять работу. Если дети чем-то сильно возбуждены, то эмоции на время прогоняют у них усталость и сон. Однако истинное утомление при этом, по-видимому, не устраняется и потом работоспособность начинает резко падать. Так, возбужденный

ребенок (например, чем-то обиженный и убежавший от воспитателей в какой-либо укромный уголок) после длительного бодрствования часто затем засыпает в самой неудобной позе.

Мы встречали и таких детей, у которых отсутствовало предостерегающее чувство усталости. Они могли работать вечером очень поздно и засыпали за занятиями или работали физически до полного истощения, что вредно сказывалось на их здоровье.

К физическим признакам умственного утомления можно отнести: бледность кожных покровов и слизистых, расслабленность, иногда сгорбленность позы, вялость, неуверенность движений, иногда тремор.

Если при физическом утомлении обычно описывают со времени Моссо (1893) и Бинэ (Binet, 1899) ускорение пульса, изменение артериального давления (большой частью повышение), поверхностное дыхание, изменение реакции мочи, нарушение точности и быстроты определенных движений, то при умственном утомлении мы, как правило, не имели сколь-нибудь отчетливо перечисленных симптомов. Наоборот, отчетливо выступали симптомы со стороны психики, обусловленные нарушениями высшей нервной деятельности: замедление темпа работы, увеличение количества ошибок, появление у ребенка мрачности, апатичности, часто раздражительности, угрюмости, иногда сварливости. При этом уменьшалась как физическая, так и умственная работоспособность.

Специально психическими симптомами умственного утомления у детей являются: нарушение внимания, способности концентрироваться, ослабление памяти, нарушение логических построений, фантазии, способности к абстракции, комбинаторики и суждений (Трамер, 1960).

Большая часть описанных симптомов наступает только при сильном утомлении. Последнее обыденно называют переутомлением, которое является результатом суммации у ребенка утомления изо дня в день; это нередко приходится наблюдать школьному врачу или районному психоневрологу.

Мы целиком согласны с швейцарским психиатром профессором Трамером (1960) в том, что физическое утомление у детей ведет обычно к двигательному возбуждению, а умственное утомление — к торможению.

У невротических детей мы часто наблюдали обратную зависимость.

Общую картину изменения поведения учеников непосредственно в классе при умственном труде можно получить, наблюдая и учитывая динамику поведения у всех детей данного класса. При этом мы до изве-

стной степени получаем представление, в какую сторону изменяется баланс возбуждения и торможения. С этой целью мы предложили карту для изучения поведения школьников в классе, в которой учитывались речевые и двигательные реакции возбуждения и торможения. Как и все внелабораторные исследования, этот вид наблюдения по точности полученных данных значительно уступает лабораторному, но он позволяет получить приблизительное суждение о динамике поведения сразу всего класса.

В карте регистрировались следующие реакции.

I. Реакции возбуждения

а) Речевые реакции

1. Посторонние разговоры
2. Подсказывание
3. Отдельные выкрики
4. Неадекватный смех
5. Хоровые ответы без разрешения
6. Пение

б) Двигательные реакции

7. Посторонние движения
8. Вскликивание и схождение с места
9. Сосание (ручки, карандаша и т. д.)
10. Толкание соседа
11. Залезание в парту (под парту)
12. Почесывание и причесывание
13. Посторонние дела (игра с посторонними предметами и т. д.)
14. Верчение
15. Гримасничание

II. Реакции торможения

а) Речевые реакции

16. Замедленные вялые ответы
17. Эхолопические ответы
18. Молчание на вопросы учителя

б) Двигательные реакции

19. Расслабленная поза
20. Полулежат на парте
21. Зевота
22. Потягивание
23. Сонливость (трут глаза и т. д.)
25. Замедленные ответные реакции
26. Не участвует в работе

Карта была разделена на 9 вертикальных граф, соответствующих 9 пятиминутным интервалам урока. Экспериментатор садился на последнюю парту и подсчитывал реакции по пятиминутным интервалам

на каждом уроке. Такие наблюдения были проведены в каждом из семи классов (1—7) школы-интерната. Затем данные наблюдений обрабатывались путем подсчета: а) общего числа реакций возбуждения и торможения за каждые 5 минут, б) количества каждой данной реакции (например, «посторонние разговоры» и т. п.), начиная с первого и кончая пятым уроком по тем же пятиминутным интервалам, в) числа реакций возбуждения и торможения за каждые 5 минут в 1—4-м классах и в 5—7-м классах отдельно, г) общего числа реакций возбуждения и торможения за каждые 5 минут во всех классах. Такой подсчет, произведенный в результате наблюдений 210 детей школы-интерната, выявил в течение урока отчетливую тенденцию к возрастанию числа реакций возбуждения и более плавный рост числа реакций торможения (рис. 1). Особенно резко количество реакций возбуждения повышалось в 1—4-м классах, проходя через несколько фаз: на 10-й минуте наблюдения количество реакций возбуждения резко падало, затем имел место их рост и, наконец, на 40—45-й минуте число этих реакций становилось максимальным.

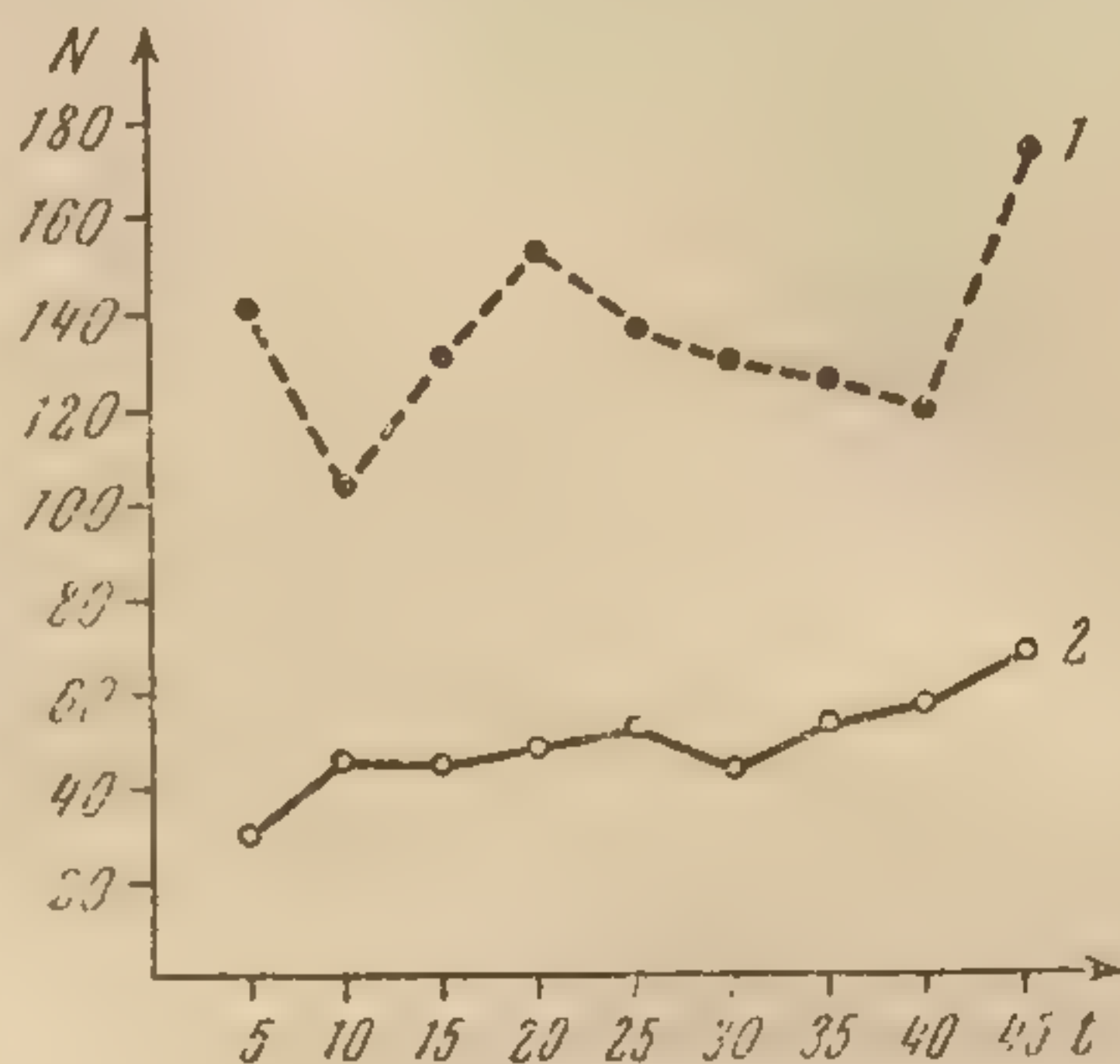


Рис. 1. Анализ поведения детей на уроке в сентябре.

N — общее количество реакций; t — время урока в минутах; 1 — число реакций возбуждения за каждые 5 минут; 2 — число реакций торможения за каждые 5 минут.

Несколько иная картина наблюдается в 5—7-м классах, здесь также имел место рост числа реакций возбуждения на 40—45-й минуте, но в целом о росте реакций возбуждения говорить нельзя. В этих классах нет такого спада возбуждения на 10-й минуте, которое наблюдается в младших классах. Кривые роста реакций торможения в обеих возрастных группах сходны и имеют постепенно возрастающий характер.

От урока к уроку в первых 4 классах наблюдалось уменьшение реакций возбуждения. Судить об изменении динамики поведения у детей 5—7-го классов мы не можем, так как там на разных уроках были различные преподаватели. Поведение же детей во многом определялось умением, навыками и другими личными качествами того или иного педагога. Кроме того, в старших классах очень разнится структура урока (например, контрольная работа по математике, лабораторная работа по физике, устный урок по литературе, истории и т. д.), чтобы можно было дать сравнительную оценку поведения учеников на разных уроках. Однако даже те ограниченные сведения, которые мы получили, ярко

показывают, что к концу урока не только нарастает общее возбуждение, особенно у младших детей, но и параллельно развивается запредельное торможение. Развитие последнего, по-видимому, и объясняет картину уменьшения реакций возбуждения на последних уроках: дети становятся вялыми, безразличными, у них пропадает живость и жизнерадостность.

Эти исследования были проведены в сентябре, а в конце октября рост реакций возбуждения и торможения был в течение урока одинаков

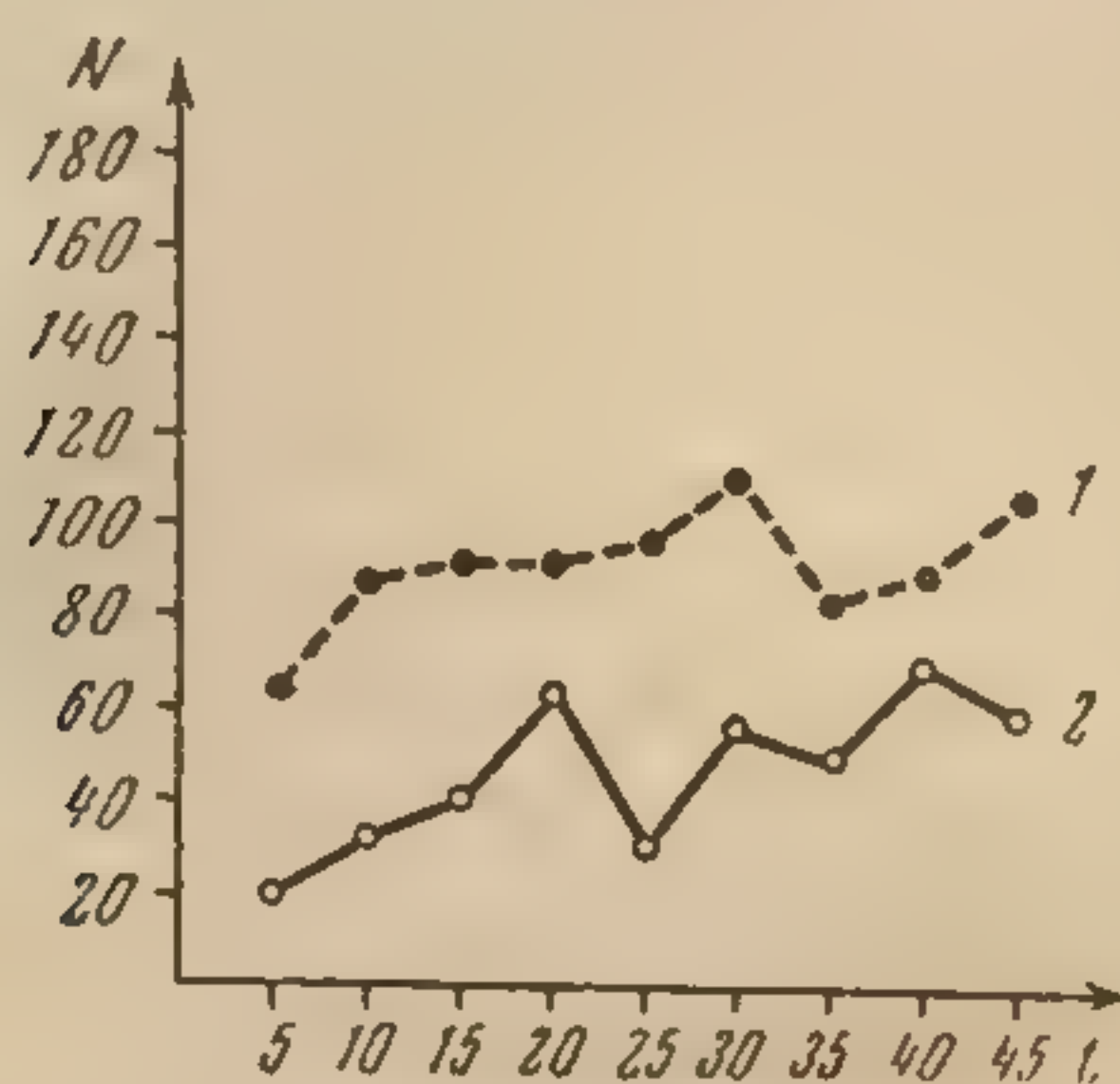


Рис. 2. Анализ поведения детей на уроке в октябре.
Обозначения те же, что на рис. 1.

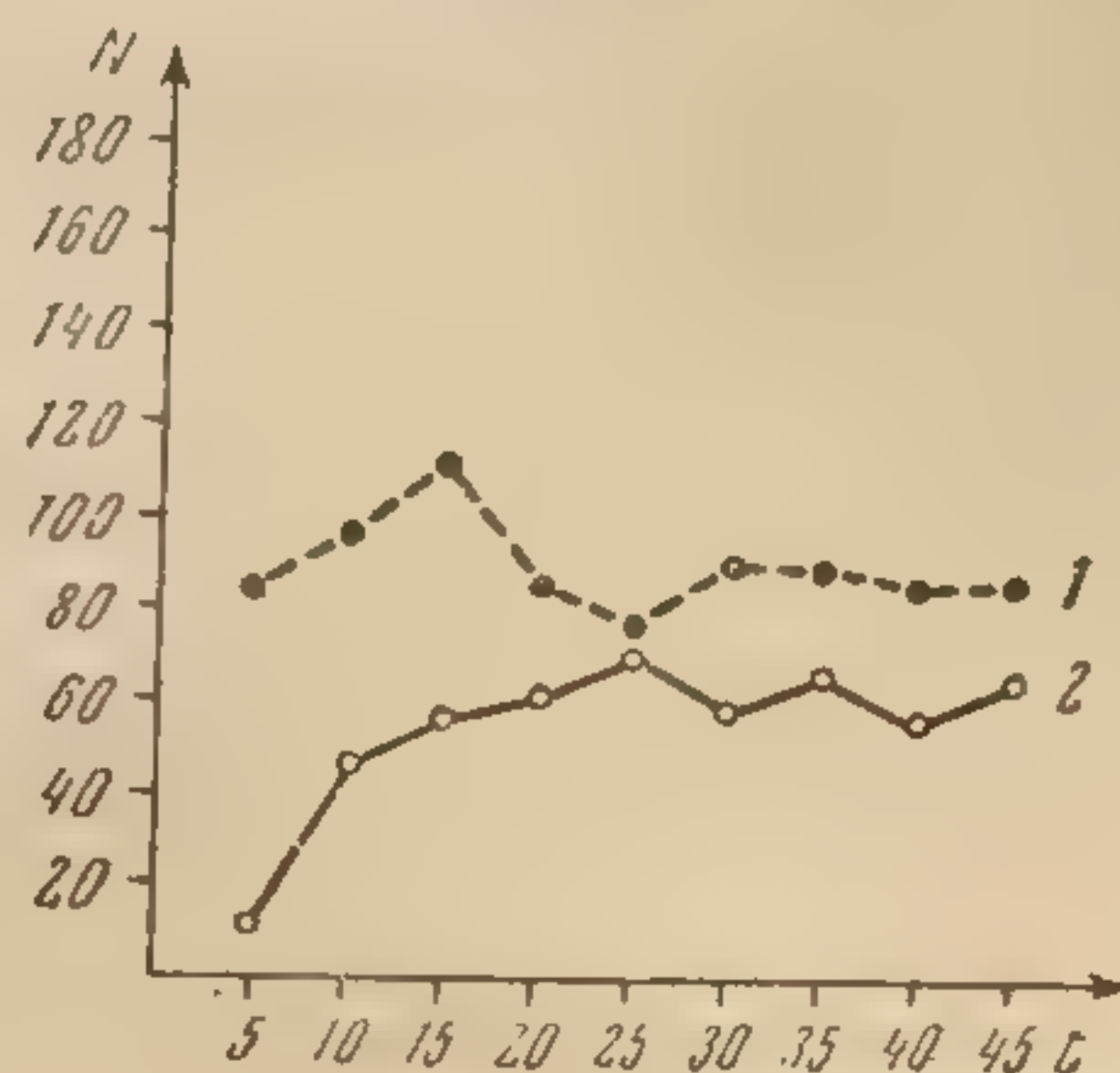


Рис. 3. Анализ поведения детей на уроке в ноябре.
Обозначения те же, что на рис. 1.

(рис. 2), хотя общее количество тормозных реакций было несколько меньше. В ноябре (рис. 3) мы не выявили тенденцию роста реакций возбуждения, зато сразу в первые 10 минут урока начинался резкий рост реакций торможения. Все это говорит о наличии хронического утомления, об отсутствии достаточного отдыха. У детей сразу же расслаблялась поза, они полулежали на парте, потягивались, зевали.

Когда проводились эти исследования, продолжительность классных и домашних занятий у детей 1—2-го классов школы-интерната достигала 7—7½ часов в день, у детей 3—5-го классов—7—9 часов в день, а у детей 6—8-го классов—8—10 часов в день. Естественно, дети мало были на свежем воздухе, плохо отдыхали, недостаточно спали. В результате сложилась своеобразная обстановка, когда постоянное утомление детей резко нарушало нормальное течение их высшей нервной деятельности.

Некоторые дети плохо засыпали. Нам не раз в конце 1958 г. приходилось ходить вместе с дежурным воспитателем по спальням интерната в 12 часов—1 час ночи и успокаивать резко возбужденных

детей, особенно мальчиков старшего возраста (14—15 лет), которые, подражая Тарзану, издавали пронзительные крики, возбуждая других детей и мешая им спать. Плохой сон, сильная перегрузка, недостаток отдыха, особенно на свежем воздухе, привели к понижению сопротивляемости организма к инфекциям. В декабре 1958 г.—январе 1959 г. в школе-интернате более 200 детей переболели гриппом с высокой температурой. Дети плохо прибавляли в весе, часто болели, легко простуживались.

Все это вело к еще большей астенизации, истощению нервной системы, которые и так имели место в связи с непосильной для детей умственной работой. В результате такого «порочного круга» у многих детей появились реактивные состояния, которые следует охарактеризовать как неврастенические реакции. Клиническая картина этих состояний, вызванных систематическим умственным утомлением, замечательно описана проф. Г. Е. Сухаревой (1959). К ее описаниям почти нечего добавить, настолько они ярко и исчерпывающе полно рисуют картину реакции на умственное переутомление.

В клинической картине, которую мы наблюдали, основным являлся синдром раздражительной слабости. Дети, которых мы знали в начале учебного года спокойными, жизнерадостными и веселыми, становились капризными, раздражительными. Младшие дети (8—10 лет), особенно девочки, стали плаксивыми, эмоционально неустойчивыми. Все стало раздражать детей. Они постоянно ссорились с воспитателем и учителем. Часть детей 8—11 лет стали вести себя странно: вслед за возбуждением они тут же плакали, стали всего бояться — воспитателя, учителя, плохих отметок, появилась мнительность, обилие неосновательных жалоб. Дети, особенно девочки 9—13 лет, начали большими группами обращаться в санчасть с многочисленными жалобами на головную боль, плохое самочувствие, боли в сердце, животе. Эта мнительность сопровождалась постоянными страхами тяжело заболеть, получить в четверти двойку и т. п. Поведение большинства из них стало пассивным, у детей появились вялость, апатичность, безразличие к замечаниям.

Старшие мальчики (14—15 лет), наоборот, стали очень невыдержанными, драчливыми, беспокойными, у некоторых появилось речевое и двигательное возбуждение, ночью они плохо спали.

Общим для всех детей была плохая работоспособность, недостаточное внимание, легкая утомляемость, неспособность к напряженной и целеустремленной работе.

Итак, в неврастенических реакциях в ответ на систематическое умственное утомление у соматически ослабленных детей наблюдаются картины двух типов: гипостеническая и гиперстеническая. В подавляющем большинстве случаев мы встречали гипостеническую

картину (астенический вариант), характеризующуюся вялостью, утомляемостью, заторможенностью, истощаемостью. У старших детей (особенно мальчиков) иногда имела место гиперстеническая картина (эксплозивный вариант), характеризующаяся раздражительностью, несдержанностью, двигательным и речевым возбуждением.

Описывая симптомы умственного утомления, мы не можем здесь останавливаться на отдельных клинических формах этих реакций. Блестящее описание клиники этих и других состояний у детей можно найти в упомянутой монографии Г. Е. Сухаревой (1959).

Как указывает Г. Е. Сухарева (1959), выраженные формы неврастения у соматически здоровых детей встречаются относительно редко. Но при перегрузке школьными занятиями у здоровых детей отмечаются отдельные элементы неврастенического состояния: расстройства сна, снижение работоспособности, головные боли. Однако к этому следует добавить, что постоянное умственное утомление, недостаток свежего воздуха, сна, отдыха, психическая травматизация в связи с конфликтной ситуацией (требуют больше, чем ребенок может выполнить) несомненно ведут к психической астенизации и понижению сопротивляемости простудным и другим заболеваниям у фактически здоровых до этого детей. Отсюда ясно, что условия умственного утомления, если оно постоянное и значительных размеров, влекут за собой различные соматические и психические реакции, которые при определенных неблагоприятных условиях могут замкнуть «порочный круг» и серьезно нарушить здоровье до этого нормального ребенка. Дело в том, что рост ребенка и бурная перестройка нейро-гумсральной регуляции делают его особенно чувствительным ко всякому нарушению правильных условий жизни.

Однако значительное сокращение учебной перегрузки, правильный новый режим труда и отдыха (Алексеева и Пратусевич, 1960), физическая закалка привели детей к полному выздоровлению. У них резко сократились заболевания, особенно простудные, значительно улучшилась успеваемость. Дети стали быстро засыпать и хорошо спать (в 21.30 они уже спали), заметно расти и хорошо прибавлять в весе. От неврастенической реакции детей не осталось и следа. Они стали спокойные, веселые, жизнерадостные.

Глава II

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ УМСТВЕННОГО УТОМЛЕНИЯ

Проблема умственного утомления учащихся детей по праву считается важнейшей и актуальнейшей проблемой детской психоневрологии и нейрофизиологии, а также педиатрии и школьной гигиены. Ее практическое значение для охраны здоровья детей и подростков трудно переоценить. Она обсуждалась в Академии медицинских наук СССР и Академии педагогических наук РСФСР в Москве в 1956 г. В последние годы общественность Советского Союза подняла вопрос об умственном переутомлении школьников в центральных газетах.

Умственное утомление с детства знакомо каждому, оно ограничивает нашу работоспособность, нарушает продуктивность труда и умственной деятельности, вредно влияет на функционирование различных органов и прежде всего нарушает процессы высшей нервной деятельности.

Практическая важность вопросов, связанных с природой умственного утомления, не могла не привлечь к себе внимание врачей и физиологов. Однако, несмотря на значительное количество работ в данной области, эта проблема, к сожалению, весьма далека от решения.

В литературе имеются многие тысячи работ по физическому утомлению, по его физиологической природе, биохимии, биофизике и т. д. Оно было подробно изучено. Однако умственное утомление во многом до сих пор остается *terra incognita*: точное его измерение пока не найдено, о природе его известно недостаточно, экспериментально прослежено на животных (в отличие от мышечного утомления) оно быть не может.

Вот как выглядит научное определение умственного утомления в последнем издании Большой советской энциклопедии: «Умственное утомление характеризуется снижением продуктивности умственного труда, падением внимания, трудностью сосредоточения, замедленностью мышления. Природа умственного утомления еще мало изучена.

Вероятная физиологическая основа этого вида утомления заключается в нарушении нормального взаимодействия процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий головного мозга» (курсив наш.—Ю. П.)¹.

Между тем умственное утомление и способы его устранения стали интересоваться врачей еще в XVIII веке. В 1769 г. в Париже, а затем в переводе на немецкий и русский язык выходит монография Тиссо (Tissot) «О здравии ученых людей» (Спб, 1787). В этой книге при известной наивности ряда высказываний автора содержатся ценные наблюдения, верные и интересные мысли о причинах умственного утомления и его симптомы. Автор видит две причины умственного утомления и связанных с ним расстройств кровообращения, пищеварения и зрения: 1) «неусыпное ума томление» (стр. 18), т. е. постоянное умственное напряжение, 2) «всегдашняя тела неподвижность». Это причины болезненного состояния всего организма, которое характеризуется, по Тиссо, головной болью, повышенной температурой, приступами сердцебиения, неспособностью к вниманию, потерей памяти, страхом, печалью, малодушием, недоверчивостью. Тиссо не ограничивается клиническим описанием картины умственного утомления, но и оценивает ряд профилактических и лечебных мер, с которыми нельзя не согласиться и сейчас, спустя почти 200 лет. Мы остановимся на рекомендациях Тиссо в главе, посвященной средствам борьбы с умственным утомлением.

Первая медицинская работа о переутомлении учащихся детей появилась в 1836 г. в Германии под названием «О сохранении здоровья в школах». Она принадлежала школьному врачу Лоринзеру (Lorinser, 1836). Работа произвела сенсацию и привлекла внимание медицинской общественности к умственному утомлению детей. Основной причиной умственного утомления, писал Лоринзер, является непомерное количество классных и домашних занятий в немецких гимназиях. Такая система образования пагубно влияет на здоровье детей: обессиливает, нервирует их, способствует развитию тяжелых заболеваний.

Однако спустя 21 год в Германии появилась работа офтальмолога Кона (Cohn, 1867) «Исследование зрения у 10 060 школьников». Это исследование обнаружило огромное количество близоруких детей (17,1%). Большинство детей стали близорукими в старших классах гимназий и реальных училищ. Влияние на общественность этой работы было настолько сильным, что Прусское министерство народного просвещения поручило крупнейшему ученому того времени Рудольфу Вирхову (Virchow) исследовать вопрос о школьных болезнях и умственном утомлении. Вирхов в 1869 г. представил правительству доклад «О некоторых вредных влияниях школы на здоровье». Доклад был опубликован

¹ БСЭ, изд. 2-е, 1957, т. 44, стр. 428.

в 46 томе «Вирховского архива» и содержал перечень главных школьных болезней (близорукость, нервность, сколиоз позвоночника, головные боли, легочные заболевания и пр.), обусловленных неудовлетворительной санитарно-гигиенической обстановкой.

Начиная с 70-х годов прошлого столетия вплоть до настоящего времени проблема изменения функций организма в результате учебной нагрузки школьников и других форм умственного труда настойчиво привлекает к себе внимание специалистов различных дисциплин — врачей, гигиенистов, педагогов, физиологов, особенно работников детских учреждений, для которых так тесно сочетаются задачи обучения, воспитания и охраны здоровья детей школьного возраста.

Исследования влияния умственной работы и вызванного ею утомления на организм проводились в основном по трем направлениям.

Первую и самую раннюю группу работ составили исследования, в которых использовались методы клинического наблюдения и статистического учета.

Вторую группу работ составили исследования, проведенные при помощи методов и методических приемов, применяемых в педагогике и психологии.

Третью группу работ составили физиологические исследования, посвященные изучению влияния умственной нагрузки на отдельные функции организма — на характер пульса, сердечную деятельность, артериальное давление, дыхание, состав, вязкость и свертываемость крови, газообмен, обоняние, функцию зрения, слуха, кожную чувствительность.

Работы, выполненные методами клинического наблюдения и статистики

Эти работы начинаются с труда Тиссо (1769) и Лоринзера (1836).

В последующие годы появляется ряд клинических работ по умственному утомлению, в которых явления утомления и различные расстройства мозговой деятельности рассматриваются как результат умственного напряжения, сильных душевных волнений и физических повреждений мозга. Сюда относятся труды А. Брайема (1847), Х. Иноевса (1853), К. Аара (1874), Н. И. Бакста (1890), О. Дорнблита (1891), Д. Блэка (1897), М. Флери (1899). Они отмечают отрицательное влияние усиленной умственной деятельности не только на работу мозга, но и на кровообращение и пищеварение: застой и приливы крови к голове, расстройства пищеварения, отсутствие аппетита, близорукость.

Во всех работах подчеркивается вред умственного труда и обучения до 7—8 лет.

Умственное утомление школьников, указывают русский врач Аар и немецкий гигиенист Дорнблит, проявляется в головных болях, ослаб-

лении памяти, упорной зевоте, отсутствии усидчивости, чувстве неохоты к учению, разнообразных нарушениях сна, беспричинной раздражительности, безразличии ко многим ценным впечатлениям, плохом аппетите. Основные причины умственного утомления школьников, по мнению этих авторов, заключаются в усиленном умственном напряжении, длительном сидении, в недостатке физических упражнений, свежего воздуха.

Во многих странах начинают проводиться статистические исследования, неопровержимо доказывающие существование умственного утомления у школьников, вызванного перегрузкой учебными занятиями.

Этим вопросам посвящают свои заседания съезд немецких гигиенистов в Нюрнберге (1877), IV Международный гигиенический конгресс в Женеве (1882), Медицинская академия в Париже (1886—1887), съезд немецких психиатров (1880). Публикуется значительное количество клинических и статистических работ в Германии, России, Франции, Швеции, Англии (Cohn, Virchow и Westphal, Gass, Дорнблит, Лесгафт, Доброславин, Антон, Lagneau, Key, Блэкк, Бакст и др.).

Во всех этих работах, выполненных во второй половине прошлого века, подчеркивается, что систематическое умственное утомление и плохие гигиенические условия в школах ведут к ряду соматических заболеваний, общей астенизации, близорукости, головным болям, заболеваниям сердечно-сосудистой системы, искривлению позвоночника, психоневротическим расстройствам.

С помощью методов клинического наблюдения и статистического учета наблюдаемых явлений был собран уже на ранней стадии изучения умственного утомления значительный и ценный материал. Этот материал убедительно свидетельствует о явлениях умственного утомления учащихся детей и о необходимости коренных школьных реформ, прежде всего сокращения продолжительности классных и домашних занятий. Однако с помощью указанных методов можно лишь установить факт умственного утомления у школьников, но ничего нельзя сказать о природе умственного утомления, о сущности этого процесса, развивающегося в центральной нервной системе.

Работы, выполненные методами психологии и педагогики

Впервые метод психологии был применен для исследования умственного утомления профессором психиатрии Киевского университета И. А. Сикорским (1879). Его работа «Об явлениях утомления при умственной работе у детей школьного возраста», опубликованная одновременно в России в журнале «Здоровье» и во Франции (Sikorsky, 1879), вызвала большой интерес. Он продиктовал ученикам гимназии

от 9 до 17 лет 1500 диктантов по 4000 букв каждый. Дети писали под диктовку в течение 15 минут до и после классных занятий. Это исследование показало значительное возрастание ошибок в диктантах после занятий у школьников всех классов без исключения по сравнению с утренними диктантами. Количество ошибок после 4—5 часов занятий возрастало на одну треть, уменьшалась скорость письма. Изменение в скорости выполнения и число сделанных ошибок автор связывал со степенью утомления учащихся. Этой работой было положено начало измерению утомления путем регистрации изменений в специально выбранной контрольной работе.

Аналогичные работы были проведены Гепфнер (Höpfner, 1894), Беллеи (Bellei, 1900). Недостатком этого метода является различие в характере диктуемого материала, в характере ошибок, невозможности подобрать диктанты одинаковой трудности для разного возраста, без чего нельзя сравнивать результаты разных групп учащихся.

Английский психолог Гальтон (Galton, 1889) для исследования умственного утомления в школе предложил метод анкеты или опроса. Этот метод не имел распространения, хотя автор получил весьма ценные сведения. Причина этого была в том, что метод обращался к самонаблюдению или наблюдению других и мог дать поверхностные и общие сведения о процессах, характеризующих умственное утомление. Внешнее же проявление усталости можно подметить наблюдением лишь в довольно резком ее выражении, когда процессы утомления получают уже значительное развитие. Эти внешние проявления могут быть многообразны и отражать весьма различные состояния в организме и самочувствии. Следует подчеркнуть, что интроспективные данные относительно умственного утомления крайне субъективны, самонаблюдение во время занятий вообще затруднительно, а субъективные признаки усталости могут сильно запаздывать, заинтересованность и возбуждение будут их маскировать, заглушая симптомы утомления. Нельзя, наконец, пройти мимо возможности самовнушения и невольного искажения фактов при использовании интроспективных данных.

Более широкое распространение, чем предыдущие способы, получил метод вычислений или арифметических действий, предложенный Бургерштейном (Burgerstein, 1891) для изучения степени умственного утомления у школьников. Ученикам 11—13 лет предлагались задачи на сложение и умножение двузначных цифр на однозначные одинаковой трудности по 10 минут с перерывом 15 минут. Скорость работы у детей повышалась с решением каждого последующего ряда примеров. К концу 1-го часа скорость увеличилась на 40%, количество поправок возросло на 162%, а количество ошибок на 177%. Таким образом, можно было констатировать, что количество работы

несколько повысилось, а качество ее значительно понизилось. Эти исследования показали, что у детей 11—13 лет утомление появляется после 30—40 минут умственной работы.

Этим методом изучали умственное утомление Лазер (Laser, 1894), Фридрих (Friedrich, 1896), Рихтер (Richter, 1895), Кемзис (Kempsies, 1896) в Германии, Гольмс (Holmes, 1895) в Соединенных Штатах Америки, Ф. К. Телятник (1897) в России.

Очень много и эффективно применял метод арифметических действий для исследований умственного утомления проф. Эмиль Крепелин (Kraepelin, 1892, 1894; Крепелин, 1898а, б). Он предложил взять за критерий умственной работы количество небольших однородных задач, выполняемых испытуемым в определенный промежуток времени. Такими задачами могут быть: счет букв, цифр, чтение, заучивание на память рядов чисел или слогов, сложение однозначных чисел. Чаще всего он пользовался листами с заранее напечатанными колонками однозначных цифр, которые нужно было складывать без перерыва в течение нескольких часов. Через каждые 5 минут раздавался звонок; тогда испытуемый проводил черту под последним сложением числом.

Исследования Крепелина, Фридриха, Бургерштейна и др. доказывают необходимость периодического отдыха во время умственного труда. Отдых при этом снимает утомление и повышает качество работы.

Известный психолог Эббингауз (Ebbinghaus) обратил внимание на механический характер различных испытательных работ для выявления умственного утомления. В связи с этим он предложил исследовать работоспособность и умственное утомление комбинационным методом, сводившимся к испытанию памяти у школьников. Эббингауз (1897) давал ученику главу из известного ему беллетристического сочинения, намеренно выпуская слоги, даже целые слова в фразах, причем ученику предоставлялось право во время чтения заполнять пропуски. Обычно все пропуски нужно было заполнить за 5 минут. За меру утомления принималось число и род ошибок и поправок. Одновременно Эббингауз давал запоминать и вычислять цифры. Результаты этого метода также свидетельствовали об умственном утомлении, развивающемся в процессе школьных занятий. Однако недостатком этого метода являлась невозможность дать для всех классов одинаковый по трудности текст, чтобы можно было сопоставлять результаты.

Близок к перечисленным и смешанный метод Телятника (1897), сводившийся к счету букв, сложению и умножению чисел, запоминанию, узнаванию и воспроизведению слов и чисел. По данным Ф. К. Телятника, у школьников нарастало умственное утомление в течение дня.

Среди методов исследования сдвигов внимания при утомлении наиболее широкое распространение получил метод Бурдона (Bourdon, 1895), или зачеркивания. Испытуемому предлагается текст, в котором он должен зачеркнуть определенные буквы — одну, две, три, четыре и даже больше. Берут специальный набор из не имеющего смысла сочетания букв с определенным количеством повторений каждой, что облегчает учет. Для выражения результатов определяют «коэффициент правильности», т. е. отношение всех правильно зачеркнутых к общему числу букв. Позднее в методе Бурдона стали пользоваться двумя формулами Циппла (1913), из которых первая служит определением точности работы ($A = \frac{M}{N}$), а другая — показателем ее продуктивности ($P = AS$). При этом M означает количество зачеркнутых букв, N — общее количество букв, которое нужно зачеркнуть в просмотренном тексте, S — общее количество просмотренных букв. По данным Бурдона и др., утомление больше всего влияет на точность работы.

Впоследствии этот метод подвергся различным видоизменениям и стал применяться как в форме длительной работы, так и в виде коротких проб.

Этот метод для изучения влияния различной умственной работы на школьников использовали Риттер (Ritter, 1900), Бинэ (Binet, 1903), Белецкий (1909). Все они нашли возрастание числа ошибок в течение урока.

В начале текущего века А. П. Нечаев предложил метод колебания внимания (Нечаев, 1908). Испытуемому предлагается запомнить и записать ряд в 12 двузначных чисел. Согласно автору, параллельно нарастанию умственного утомления постепенно уменьшается воспроизведение ребенком чисел, при этом изменяется порядок воспроизведения: первые числа ряда запоминаются хуже, чем последние.

Ухудшение работоспособности учеников, определяемой по Нечаеву, установили ряд авторов (Осипов, 1907; Лебедева и Рабинович, 1926). Аналогичные результаты были получены у детей при запоминании и воспроизведении трехсловных слов и двузначных чисел (Щеглов, 1903; Плаксин, 1913).

Таким образом, было изучено изменение внимания при утомлении на большом числе учеников (более 3000). В дальнейшем Нечаев (1929) предложил определять степень утомления вычислением коэффициента гармоничности, который, усложнив простой тест памяти, не получил распространения.

Многими психологами применялся для исследования умственного утомления эргографический метод. Впервые идею определять утомление силой мускульного напряжения с помощью динамометра

высказал Леб (Loeb, 1886). Эта идея затем была развита Моссо (1890), который сконструировал пальцевой эргограф. За меру утомления принималась сумма высот отдельных поднятий груза и их число за определенный промежуток времени. Моссо впервые показал, что продолжительный умственный труд ухудшает эргограмму, так как понижается мышечная сила.

Эргографический метод был использован многими исследователями: Маджиора (Maggiora, 1890); Бугославский (1891), Конопасевич (1892), Фере (Féré, 1904), Скойтен (Schuyten, 1903), Сеченов (1903), Клапаред (Claparide, 1909), Клавьер (Claviere, 1901) и др.

Фере получил улучшение эргограммы при успешном решении легких математических задач и ослабление мышечной силы, понижение эргограммы при решении трудных задач. Наоборот, при работе с легким грузом успешность решения задач повышалась, а при больших тяжестях было затруднено решение даже очень легких задач. Интересно, что Озерецковский и Крепелин (Oseretzkovsky и Kräpelin, 1901) наблюдали усиление мышечной работоспособности после заучивания наизусть стихов.

Между тем ряд авторов выступил с критикой этого метода исследования утомления [Хох и Крепелин (Hoch и Kräpelin, 1896); Гиршлаф (Hirschlaf, 1901); Болтон (Bolton, 1904); Мюллер (Müller, 1911)]. По их мнению, в работе, отмечаемой эргографом, участвуют не всегда одни и те же мышцы. По мере возрастания утомления в движении поднятия груза начинают принимать участие другие группы мышц. В связи с вовлечением разных мышечных групп изменения эргограммы являются результатом не только утомления, но и других факторов.

Близок к эргографическому исследованию метод постукивания. Он состоит в том, что испытуемый особой рукояткой или нажиманием на клавиши с максимально доступной для себя скоростью производит легкие удары о металлическую доску. Каждое соприкосновение производит замыкание электрической цепи, приводящей в движение перо электромагнитного отметчика, который пишет на вращающемся барабане. Применение этого метода основано на предположении, что максимальная скорость простых движений для каждого человека есть величина приблизительно постоянная и меняется в зависимости от состояния субъекта, в том числе и от умственного утомления. Чем медленнее ритм постукивания по сравнению с нормальной индивидуальной скоростью, тем, следовательно, значительнее утомление. Этот метод применяли при изучении утомления школьников Гильберт (Gilbert, 1894), Штерн (Stern, 1900), Лобзин (Lobsien, 1900), Уэллс (Wells, 1908).

Упрощенным вариантом этого метода являются удары мягкого карандаша по движущейся бумаге.

Оценивая этот метод, следует указать, что между умственным утомлением и скоростью постукивания нет прямой связи. Многое здесь зависит от заинтересованности испытуемого исследованием, его настроения и физической силы.

С критическим разбором этого метода выступил Мейман (Meumann, 1910).

Близким к методу постукивания является метод исследования скорости движения при помощи хроноскопа. Вариантов этого метода весьма много.

Пьерон (Pieron, 1922) предложил упрощенный метод измерения скорости зрительного восприятия для определения утомления у детей младшего школьного возраста. Двигалось 100 фигур, расположенных в беспорядке в 10 строках по 10 фигур в каждой. Ребенок должен под контролем экспериментатора называть фигуры в порядке их следования. Подсчитывается общее время, затрачиваемое на название всех 100 фигур. Пьерон нашел, что оно увеличивается как после физической, так и умственной работы.

В настоящее время школьными гигиенистами применяются корректурные таблицы Пьерона для оценки изменения работоспособности у детей 7—8 лет.

Келлер (Keller, 1897) и Лобзин (Lobsien, 1900) показали, что при умственном утомлении уменьшается быстрота чтения у школьников.

К методам измерения чувствительности относится эстезиометрический метод, предложенный немецким гигиенистом проф. Гризбахом (Griesbach, 1895). История разработки метода следующая. Еще в первой половине XIX века физиологом Вебером (Weber) было установлено, что два прикосновения к коже воспринимаются как таковые только при определенных расстояниях между ними (острота осязания). Если расстояние между точками уменьшить, то воспринимается только одно прикосновение. На различных участках кожи это расстояние различно: на языке, губах, кончике пальцев два прикосновения различаются на расстоянии в несколько раз меньшем, чем на спине или плече (например, острота осязания на ладонной поверхности кончика пальцев составляет 2 мм, а кожи спины, шеи, средней части плеча и бедра—68 мм). Еще Вебер учитывал возможное влияние утомления в данном эксперименте, предупреждая против исследования порога осязания в усталом состоянии.

Гризбах первый произвел многочисленные исследования учащихся гимназий со специальной целью измерения их умственного утомления. С помощью циркуля Вебера он определял порог осязания, который возрастал после школьных занятий в 2—3 раза (например, 12,5 мм вместо 5 мм, полученных утром, и 3,5 мм, полученных в праздник). Особенно резкое возрастание порога он наблюдал после уроков мате-

матики, древних и иностранных языков, а также после экзаменов. Урок закона божьего эти изменения сглаживал. Найдя такое резкое понижение чувствительности кожи после занятий, Гризбах прокламирует этот опыт как вполне достаточный для педагогических выводов в вопросах, затрагивающих школьное утомление. Он требует отмены послеобеденных занятий и экзаменов, а также ограничение домашних заданий.

Этот способ исследования утомления привлек к себе большое внимание ученых. Многие другие авторы в разных странах, в том числе Бинэ (который посвятил этому вопросу ряд статей в «*Année psychologique*» в 1899—1905 гг.), получили аналогичные с Гризбахом результаты [Ваннод (Vannod, 1896); Келлер, 1897; Вагнер (Wagner, 1898); Блажек (Blazek, 1899); Геллер (Geller, 1899); Шлезингер (Schlesinger, 1905); Феде (1904); Бинэ и Иотейко (Binet и Ioteyko, 1904); Андерсен (Andersen, 1904); Бонов (Bonov, 1907); Штейнхауз (Steinhaus, 1907)].

Некоторые исследователи даже пытались обосновать на этих исследованиях проекты построения учебного дня в школе (Blazek, 1899).

Вместе с завоеванием поклонников эстезиометрический метод имел и серьезных противников. Его критиковали Крепелин, Болтон, Риттер, Мейман и Кюльпе. Основное возражение сводилось к тому, что нет прямого соотношения между порогом осязания и утомлением. Порог осязания менялся не только при утомлении, но и при волнении, на него оказывали влияние температура и влажность кожи, окружающей среды, внушаемость, нервно-психическое состояние (Leuba, 1899; Gineff, 1899; Ritter, 1900; Hermann, 1906; Meumann, 1907).

Болтон (1904) также утверждал, что метод труден в техническом отношении: быстро нельзя точно установить порог осязания, так как почти невозможно установить концы циркуля одновременно с одинаковым давлением.

Между тем многие исследователи на большом материале получили факты, свидетельствующие об умственном утомлении. Поэтому некоторые авторы (Schuyten, 1903), повторив опыты, от отрицания метода перешли к его положительной оценке (Schuyten, 1904).

И все-таки нельзя не согласиться с Мейманом, что метод самое большее — дает объективное указание на утомление, но не может его измерить количественно, определить его степень и глубину.

Мейман и Гинев считают, что для изучения утомления удобнее взять порог любой другой чувствительности. Так, Баур (Baur, 1904) показал, что расстояние, на котором слышится тиканье карманных часов, уменьшается с усилением утомления. Фруа (Frois, 1920) заставлял прислушиваться к тиканью карманных часов, помещая их на различном расстоянии. Величина расстояния служила

показателем чувствительности слуха. После умственной работы чувствительность слуха снижалась.

Гинев (Gineff, 1899) предложил измерять утомление по изменению моторной чувствительности (мышечное чувство Сеченова). Прибор, которым производится измерение, кинематометр (измеритель движений), в связи с чем и произошло название метода: кинематометрический. Прибор, сконструированный Штерингом, состоит из площадки, вращающейся в горизонтальной плоскости, так что угол отклонения ее может быть измерен в градусах и даже долях его. На эту площадку кладется предплечье испытуемого, которое экспериментатор отводит на определенный градус, и испытуемый должен совершить обратное движение того же размаха. Ошибка движения, измеренная в градусах, служит показателем точности. При утомлении не только возрастает эта ошибка, но и движение получает общую тенденцию не достигать нужной величины. Таким образом, определяется ошибка мышечной чувствительности. В связи с тем что у Гинева был только один испытуемый, этот метод очень мало проверен.

Лобзин (Lobsien, 1903) предложил измерять умственное утомление методом оценки времени. В течение минуты отбивается такт, и испытуемые должны были определить время продолжения такта. Ученики народных училищ г. Кия, которых исследовал автор, на первом уроке оценивали такт продолжительностью в 1 минуту в среднем как 2,43 минуты, а на последнем уроке — как 4,03 минуты. Существенным недостатком этого метода является то, что и дети и взрослые люди плохо определяют время.

Ваннод (Vannod, 1897) предложил алгезиометрический метод. Он принял за меру утомления чувствительность к боли (точнее, силу нажима, которая требуется для того, чтобы в данной точке кожи получить ощущение боли). Согласно данным Ваннода, утомление повышает болевую чувствительность. Васкид (Vaschide, 1905) подтвердил эти результаты, однако другие исследователи пришли к противоположным выводам (Бинэ, Клапаред, Мейман).

С целью измерения умственного утомления Беттман (Bettman, 1895) стал регистрировать «длительность психических процессов». Он определял время, необходимое для так называемой простой реакции выбора, и нашел, что для неутомленного человека это время составляет 0,100—0,130 секунды, а при умственном утомлении — 0,200—0,250 секунды.

Особенно широкое применение психологические методики исследования умственного утомления нашли во второй половине 20-х годов — начале 30-х годов текущего века в нашей стране (Бружес, 1925; Кекчеев, 1925; Рузер, 1925а, б; Василевский, 1928; Воронцова-Широкова, 1928; Петров, 1928; Скородумов, 1928; Карпов, 1928, 1929; Сыркин,

1929; Шумаков, 1929; Берлов, 1930; Геллерштейн, 1930; Рудник, 1930; Соловьев, 1930, и многие другие)

Применяются подобные методики и в последнее время, правда, обычно в комбинации двух или трех методических приемов, большей частью школьными гигиенистами [Дюкер (Düker, 1949); Серебро, 1951; Крыжановская, 1952; Антропова, Иванов, Михайлова, Сальникова, 1953; Антропова, 1955а, б; Вайнруб, 1957; Иванов, 1955; Канчелли, 1958; Нусбаум, 1955; Сальникова, 1953, 1955, 1957; Фокина, 1956, и др.].

Обзор методических приемов изучения умственного утомления, составляющих психологические и педагогические способы в их разных модификациях, свидетельствует прежде всего о сложности процесса умственного утомления, а также убедительно доказывает основной факт: умственное утомление существует и развивается параллельно умственному труду. Утомление сказывается как на количестве работы, так и затем на ее качестве. Однако все эти методики дают лишь суммарные заключительные цифры, характеризующие работоспособность ребенка в момент исследования. Из результатов исследования мало можно узнать о характере основных нервных процессов при умственном утомлении, а также недостаточно данных для нейрофизиологического анализа процессов, развивающихся в головном мозгу под влиянием умственной работы, невозможно вскрыть физиологическую природу умственного утомления.

Работы по изучению отдельных функций организма, выполненные физиологическими методами

Первыми серьезными наблюдениями, полученными экспериментальным путем, а также обобщением работ других авторов по вопросу о влиянии умственного утомления на различные функции организма, мы обязаны итальянскому физиологу проф. Моссо. В замечательной монографии Моссо (1893) на основании собственных наблюдений описал изменение сердечно-сосудистой системы при умственном утомлении. Моссо нашел, что наполнение пульса становится меньше, наступает прилив крови к голове: она делается горячей, глаза наливаются кровью, ноги, напротив того, холодеют, и некоторые люди при этом ощущают шум в ушах, сердцебиение. Усиление сердцебиения при умственном утомлении, а в некоторых случаях неправильность сердечных сокращений Моссо наблюдал на себе. Проводя интересные наблюдения над проф. Шиффом, когда тот очень много работал, приготавливая к печати второе издание своего труда «Физиология нервной системы», Моссо нашел такой симптом умственного утомления, как приступы головокружения. Эти головокружения прошли, когда Шифф

окончил свой труд и напечатал книгу. В подтверждение описанного симптома Моссо сообщает, что после длительной умственной работы у Чарлза Дарвина умственное утомление также вызывало припадки головокружения. Знаменитый французский ботаник Бюффон страдал приливами крови к голове, наступавшими после 12-часовой умственной работы. Приливами крови к почкам объясняет Моссо частые позывы на мочеиспускание при умственном утомлении. Описывая собственные переживания, Моссо указывает на появление у него при умственном утомлении ощущения жара в лице, дрожащего голоса и головной боли, подъема температуры на полградуса.

Расспрашивая ряд ученых о том, как у них проявляется умственное утомление, Моссо довольно часто получал ответы, указывающие на особое в это время общее возбуждение, в частности на усиление полового влечения и половой деятельности, вслед за этим обычно наступало подавленное состояние с сильно пониженной способностью реагировать на все внешние раздражители («отупение от усталости»). В данном случае нельзя согласиться с Моссо. Значительно чаще имеет место противоположное явление: усиленная умственная работа понижает половое влечение и половую потенцию.

Моссо описывает типичное для неврастения состояние раздражительной слабости при умственном утомлении.

Впервые тщательные эксперименты о влиянии умственного утомления на скорость пульса поставил Глей (Gley, 1881). Он измерял у себя пульс на сонной артерии во время занятий философией и геометрией. Он установил ускорение пульса в 15 опытах из 17. Бинэ и Куртье (Binet и Courtier, 1897), Мак Дугалл (Mac Dougall, 1896) подсчитывали пульс у испытуемых, заставляя их в уме производить ряд вычислений. Во всех этих опытах наблюдалось значительное ускорение пульса во время умственной работы (на 20 ударов в минуту) с незначительным понижением после работы. Учащение пульса при умственной работе было меньше, чем при физической работе.

Ментц (Mentz, 1895), Бинэ и Куртье (Binet и Courtier, 1893) изучали влияние умственной работы на характер пульсовой волны. Они нашли, что при математических вычислениях в уме пульс ускоряется и тем больше, чем труднее умственная работа.

В отношении кратковременной и интенсивной умственной работы опыты упомянутых уже Моссо, Глея, Мак Дугалла, Бинэ и Куртье констатировали сначала повышение пульсовой волны (при значительных индивидуальных колебаниях), затем ее понижение, связанное, согласно авторам, с приливом крови к голове. Часто вершина пульсовой волны исчезает (кривая закругляется) и дикратизм не носит характера резкого выступа, что указывает на падение эластичности сосудистых стенок при далеко зашедшем умственном утомлении.

При продолжительной и достаточно интенсивной умственной работе Бинэ и Куртье (Binet и Courtier, 1897) в опытах на себе (редактирование собственных оригинальных работ) получили незначительное замедление пульса по сравнению с контрольными днями без работы, а также резкое уменьшение пульсовой волны. К концу дня пульс принимал нитевидный характер.

Таким образом, исследователи констатировали противоположный эффект непродолжительной (хотя бы и интенсивной) и продолжительной умственной работы. При первой — сердечная деятельность возбуждается: пульс ускоряется, но суживаются периферические сосуды. При второй сердечная деятельность подавляется и ослабляется.

Особый интерес в этом отношении представляют опыты Моссо (1884, 1893) и С. С. Истаманова (1885), в которых впервые непосредственно была изучена мозговая пульсация в процессе умственной работы на людях с врожденными или операционными дефектами черепной коробки. Всякое увеличение кровенаполнения мозга увеличивало его объем и через пневматическую передачу записывалось Моссо на закопченной ленте кимографа. Он показал, что при умственной работе, как и при различного рода эмоциональных возбуждениях, объем мозга постоянно увеличивается. Чрезвычайно интересным оказался опыт Моссо, при котором записывали одновременно пульсовые кривые предплечья и головного мозга во время умственной работы (вычисления в уме). Оказалось, что пульс предплечья остался без изменения, а пульсовая волна головного мозга дала значительное повышение и увеличение амплитуды. Этот опыт Моссо показал, что увеличение объема головного мозга во время умственной работы является результатом расширения мозговых сосудов. Последнее соответствует отмеченным уже сокращениям периферических сосудов. Это же подтвердил Глей (1881). В дальнейшем эти выводы были подтверждены рядом исследователей (Морселли, Бордони-Уффредуцци, Франк, Сарло, Бинэ-Салье, Патрици и др.)¹.

Моссо поставил очень интересный широко известный опыт, затем проверенный многими исследователями. Испытуемого клали на специальные весы Моссо в горизонтальном положении, затем весы уравнивали. При умственной работе (решение арифметической задачи) верхняя часть туловища начинала перевешивать нижнюю, так что голова опускалась вниз, а ноги поднимались. Этим было доказано несомненное перераспределение крови в организме в связи с ее приливом к мозгу во время умственной деятельности.

Сосудистые реакции при умственном утомлении стали изучаться после сконструирования удобных плетизмографов. Первые пле-

¹ Цит. по кн.: Бинэ и Анри. Умственное утомление. Пер. с франц. М., 1899.

тизмोगрафы для руки были созданы Пьегю (Piegu, 1846) и Челиусом (Chelius, 1850). Они были очень просты: сосуд с водой, куда вкладывалась рука, и стеклянная трубка, соединенная с сосудом, по которой следили за изменениями объема руки. Однако в обиход физиологии плетизмография вошла в результате работ Фика (Fick, 1869), Моссо (Mosso 1874, 1879, 1884), Е. Циона (1876), П. Новицкого (1880), И. М. Догеля (1880, 1888), Л. Рагозина (1889), И. Р. Тарханова (1884), С. С. Истаманова (1885) и др.

Влияние умственного труда на кровообращение руки изучали Моссо (Mosso, 1879), Глей (Gley, 1881), Мак Дугалл (Mac Dougall, 1896), Бинэ и Куртье (Binet и Courtier, 1897). Они нашли, что интенсивный и кратковременный умственный труд сначала производит сужение кровеносных сосудов руки и ускоряет биение сердца, а затем наступает слабое замедление сердечных биений и расширение кровеносных сосудов. Продолжительная умственная работа, по Бинэ и Куртье (Бинэ и Анри, 1899), вызывает сужение кровеносных сосудов.

Бинэ и Анри (1899) изучили вопрос о влиянии умственной работы на артериальное давление. Употребляя несколько видоизмененный сфигмоманометр Моссо, они установили, что на 12 испытуемых увеличение высоты сфигмограммы при кратковременной интенсивной умственной работе (арифметические задачи) в среднем равно 20 мм. Авторы видят причину повышения давления в сокращении периферических сосудов. Отмеченное повышение артериального давления меньше, чем при физической работе.

Лаи (Lahy, 1920) изучал изменение артериального давления у лентипистов тонометром Гертнера под влиянием утомления и также констатировал некоторое его повышение после 6½ часов наборной работы. Кроме того, Лаи сравнивал изменения давления при чисто физическом утомлении (продолжительная ходьба у солдат) и умственном утомлении (работа на пишущей машинке). Оказалось, что умственное утомление значительно сильнее повышает артериальное давление.

В последние годы динамику артериального давления при умственной работе (решение арифметических задач) изучали советские исследователи (Рогов, 1929; Петелина, 1952; Огиенко, 1956; Новиков, 1959, и др.). Они нашли, что при различных умственных напряжениях, как правило, наблюдается понижение уровня плетизмограммы.

Влияния умственной работы на дыхание изучали ряд авторов. Впервые эти исследования были произведены над газообменом в связи с умственным трудом. Они принадлежали известному немецкому физиологу Либермейстеру (Libermeister, 1872), который нашел увеличение углекислоты при чтении и пении. Шпек (Speck, 1882) аналогичные опыты поставил на себе и на одном школьном учителе. Его опыты показали, что под влиянием умственной работы кислорода поглощается в три

с лишним · раза больше, выделение углекислоты возрастает незначительно.

Несколько отличные результаты получили Делабор (Delabarre, 1892) и в 1894 г. Леман (Lehmann, 1912). Сначала при умственной работе количество выделяемой углекислоты уменьшалось, что Леман объяснял развитием утомления, а затем снова наступало увеличение выделения углекислоты и потребления кислорода.

Заслуживают внимания эксперименты Бинэ и Куртье (Binet и Courtier, 1895), Мак Дугалла (Mac Dougall, 1896), Лемана (Lehman, 1894) на пневмографе. Обычно при умственной работе обнаруживалось значительное уменьшение амплитуды дыхательных колебаний.

В последние десятилетия работы о влиянии умственного труда и вызванного им утомления на важнейшие физиологические функции были продолжены в различных комбинациях. Влияние на сердечно-сосудистую систему (пульс, артериальное давление, электрокардиограмму и дыхание) изучали разные авторы: Гельман (1926), Либерман (1926), Юровская (1926), Милованов (1930), Пинскер и Медведев (1930), Крыжановский (1954, 1955), Файфар, Преровсли, Файфорова (Fajfar, Prerovsly, Fejforova, 1954), Кастанян (1955), Бержерон (Bergegon, 1955), Макаров (1955), Гусев (1957), Гохрейн и Шлейхер (Hochreйн и Schleicher, 1960) и др.

Из работ о влиянии умственного труда на газообмен в текущем столетии выделяется своей значительностью работа профессора Хлопина и Окуневского (1922). В результате точных и многочисленных опытов авторы установили, что под влиянием умственного труда постоянно и значительно возрастает потребление кислорода, одновременно повышается выделение углекислоты и весь газообмен в целом. Умственный труд в большинстве случаев сопровождается ускорением и изменением типа дыхания, пульс учащается на несколько ударов в минуту, температура не изменяется.

Ильцофер (Ilzhofer, 1924) изучил влияние на дыхание и на энергетический баланс организма степени умственного напряжения. При легкой умственной работе частота дыхания увеличивалась на 12,9%, при трудной — на 26,6%, соответственно больше расходовалось энергии.

Газообмен при умственном труде изучался затем рядом авторов [Словцов и Рубель, 1925; Молчанова и Ежова, 1930; Айф и Гепферт (Eiff и Göpfert, 1952)].

Определенный интерес представляют попытки отечественной физиологии определить энергетическую характеристику умственного труда.

В этой области отметим исследования профессора Хлопина, Вожжинского и Яковенко (1927) в Москве, Милославского и Плотникова

(1928) в Казани, доклад на VI Всесоюзном съезде физиологов в Тбилиси проф. Шатерникова (1937) и работу Щепкина (1939).

Рядом исследований, особенно в лаборатории, руководимой проф. Маркосяном, было показано влияние умственного утомления у детей на систему крови — состав, вязкость, свертываемость крови, реакцию оседания эритроцитов (Гефтер и Юделович, 1929; Стромская, 1950; Маркосян, 1953а, б; Маркосян, Стромская, 1953; Маркосян, Алексеева, 1953; Маркосян, Бишенкевич, 1954).

Некоторые авторы изучали влияние умственного труда на температуру тела. Колебания температуры ладони под влиянием умственного труда у студентов-медиков и военнослужащих отметил еще Кути (Couty, 1880). Однако его результаты подверглись критике со стороны Бинэ (Бинэ и Анри, 1899). Как сообщает Каплун (1926), Лонбар, Брока, Моральано, Амидон наблюдали повышение температуры кожи лба во время умственного напряжения.

Глей (Gley, 1881) нашел, что температура мозга при умственной работе (чтении) повышается на $0,15^{\circ}$. Примерно то же обнаружил и Шпек (Spess, 1882). Моссо (1894) подтвердил это, измерив температуру мозга ртутным термометром у девочки с дефектом черепа в результате перенесенной ранее травмы.

Влиянию утомления на обоняние была посвящена работа Горянского и Серебрякова (1929).

В последние годы было показано влияние умственного утомления на ухудшение функции зрительного анализатора, различных параметров его деятельности: устойчивость ясного видения, пространственное зрение. Укажем на работу, выполненную на 8-летних детях Ривлиной (1951). Специальный интерес представляет исследование Зобермана (1950), посвященное влиянию умственной деятельности на цветное зрение. Ряд работ по изучению функции зрения в течение учебного дня посвятили школьные гигиенисты Антропова, Вараскин, Михайлова, Усищева, Сальникова в течение 1952—1957 гг.

Из иностранных работ укажем на исследования Захсенвагер (Sachsenwager, 1955), Бюжа и Петц (Bujas и Petz, 1956).

Влияние утомления на верхнюю границу слуха было исследовано Сапером и Гершуни (1929). Большой интерес представляют работы об отрицательном влиянии утомления на работоспособность школьников по показателям органов чувств (слух, зрение), выполненные в лаборатории, руководимой проф. Кекчеевым (Кекчеев, 1946, 1947, 1949; Шварц, 1947, и др.).

В разделе, посвященном психологическим исследованиям, мы уже указывали на влияние умственного утомления на кожную чувстви-

тельность. Здесь следует отметить интересные исследования влияния утомления на кожно-гальванические рефлексы, что дает объективный смысл кожной чувствительности. Перспективными являются работы Гризбаха (Griesbach, 1929), Кробеля (Kroebe, 1954) и особенно Страумита (1953). На последней работе мы остановимся позже.

В последнее время сделан ряд исследований, пытавшихся выяснить состояние нервной системы при умственном утомлении.

Так, еще в 30-х годах Макаров (1934) показал падение возбудимости зрительного анализатора, определяемой оптической адекватной хронаксией при умственном утомлении. В последнее время проф. Макаров предложил кожный адекватометр для исследования возбудимости кожного анализатора. Как показали исследования Кунашевой (1961) на этом приборе, при умственном утомлении детей возбудимость кожного анализатора падает.

Физиологическим сдвигам нервной системы при умственном утомлении посвящены работы Вольхиной и Крюк (1960) у линотипистов, Павловой (1957) у операторов-вычислителей, Волкова (1960) у диспетчеров железнодорожного транспорта, Соловьевой (1956, 1957) у корректоров типографии.

Специально влияние школьного утомления на нервную систему и различные вызванные этим нарушения изучали Губер-Гриц (1926), Давиденкова (1928), Васютин (1954), Редькина и Широкова (1954), влияние на нервную систему по показателю условных сердечно-сосудистых реакций — Курбатов и Политова (1961).

Попытки одномоментно исследовать электроэнцефалограмму в покое при умственном труде делали Шпильберг (1944), Бабаджанян (1957), Волков (1960).

Попытки нейрофизиологического анализа умственного утомления делали разные авторы. Однако анализ этот не был и не мог быть достаточно полным, так как отсутствовал достаточный материал о состоянии при этом головного мозга человека.

Укажем из старых работ на Оффнера (1911), из наиболее глубоких — Введенского (1952), Кекчеева (1947). С позиций вегетативной нервной системы такой анализ пытался дать Левицкий (1922). В последнее время значительный интерес представляют взгляды Виноградова (1957) и Косилова (1959). Отдельные стороны анализа этого вопроса мы находим у Щербака (1934), Гохрейна (Hochrein, 1960), Баумгартнера (Baumgartner, 1960), Бугара (Bugard, 1960), Шатенштейна (1939), Шмульяна (1955).

Все эти многочисленные экспериментальные исследования установили с помощью разнообразных методик ряд важнейших закономерных сдвигов в функциях различных органов и систем. Однако все эти рабо-

ты не дают или дают лишь косвенное представление об изменении при умственном утомлении функционального состояния важнейшего органа — головного мозга.

Этот существенный недостаток указанных методик был понят рядом исследователей. В результате стали предприниматься попытки изучать утомление наиболее прямым способом, т. е. непосредственно изучать условнорефлекторную деятельность мозга.

Основным преимуществом этого метода является возможность количественно и качественно оценить работу мозга и характер ее изменений у человека под влиянием умственного утомления.

Глава III

ХАРАКТЕР КОРКОВОЙ НЕЙРОДИНАМИКИ ПРИ УМСТВЕННОМ УТОМЛЕНИИ ДЕТЕЙ

**Основной количественный закон теории условных рефлексов:
зависимость величины условнорефлекторного эффекта
от физиологической силы условного раздражителя**

Для оценки количественных и качественных изменений в работе головного мозга ребенка, вызванных умственным утомлением, необходимо опираться на определенную внешнюю количественную зависимость между силой условного раздражителя и величиной условного рефлекса. Указанная зависимость была открыта в школе И. П. Павлова в 1906 г. и получила название «закона силы». Все дальнейшее развитие учения об условных рефлексах, физиологический анализ динамики корковых нервных процессов был связан с этим законом. Только на основе «закона силы» И. П. Павловым могли быть раскрыты общие закономерности высшей нервной деятельности. Поэтому для понимания приводимых в дальнейшем фактов очень важно рассмотреть значение «закона силы» при самых различных условиях и в этой связи остановиться на тех работах, которые обосновывали его в разных условиях.

В 1906 г. в Обществе русских врачей в Петербурге были сделаны три доклада из лаборатории И. П. Павлова, в которых впервые был представлен экспериментальный материал по количественному анализу условных рефлексов. Во всех трех работах «закон силы» был обнаружен в эффектах внешнего торможения. В первом докладе Г. П. Зеленый (1906) сообщил, что он образовал у собаки условный рефлекс на аккорд, при этом составные тона в отдельности давали меньший условный рефлекс, чем целый аккорд. Когда же автор стал к старым звукам прибавлять новые, то они стали тормозить условный рефлекс тем сильнее, чем больше была относительная сила их звука. Во втором докладе П. Н. Васильев (1906) сообщил результаты изучения влияния посторон-

него раздражителя на образовавшийся условный рефлекс. Оказалось, чем сильнее раздражитель, тем больше возрастает его значение как тормозного сигнала. В третьем докладе Г. В. Миштовт (1906) описал результаты торможения звукового условного рефлекса собаки разными раздражениями. Стук метронома, подкрепляемый 0,2% раствором соляной кислоты, вызывал условный рефлекс, а чесание, присоединяемое к стуку метронома (без подкрепления соляной кислотой), тормозило рефлекс. Тормозное действие присоединяемых раздражителей оказалось зависимым от их физиологической силы.

На основании этих работ И. П. Павлов (1906) впервые сформулировал «закон силы»: «В имеющемся материале относительно различных условных раздражителей есть немало случаев отчетливой зависимости эффекта раздражения от силы раздражения»¹.

Дальнейшее доказательство «закон силы» получает в работах Г. П. Зеленого (1907а, б; 1908), Н. А. Кашерениной (1908), Л. А. Орбели (1908), В. А. Буркмана (1909) и Н. П. Тихомирова (1910).

Особый интерес представляет для нас доклад Б. П. Бабкина (1910) в Обществе русских врачей, сделанный 28 октября 1910 г. В нем был сформулирован «закон относительной силы условных раздражителей». Автор заявил: «Благодаря подкреплению одних условных рефлексов, неподкреплению или неполному угашению других изменялась как бы сила условных раздражителей, что и дает нам право говорить об относительной силе условных раздражителей»². Эта работа углубила представления о законе силы. Она выявила, что закон относительной силы определяет дальнейшее в высшей степени подвижное приспособление нервной системы к окружающим условиям, благодаря которому, указывает автор, животный организм получает возможность группировать раздражители не по их физической силе, а по тому значению, которое они играют в его жизни.

Через 45 лет анализом механизма этого явления занялся П. С. Купалов (1955, 1957). В руководимой им лаборатории Н. П. Муравьева показала, что если подкрепить условный раздражитель меньшим, нежели обычно, количеством пищи, например 3 г мясо-сухарного порошка вместо обычных 20 г, то следующее применение этого раздражителя сразу же дает уменьшение секреторного рефлекса. Внутреннее торможение, согласно Купалову, в данном случае захватывает как область коркового представительства безусловного рефлекса, так и область замыкательного механизма внешнего анализатора. Это торможение служит перестройке условного возбуждения с более высокого уровня, какой был, когда условные раздражители подкреплялись большим количе-

¹ И. П. Павлов. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 1. М.—Л., 1951, стр. 75.

² Бабкин. К вопросу об относительной силе условных раздражителей. В кн.: Труды Общества русских врачей. Т. 78. Спб, 1910, стр. 64.

ством пищи, на более низкий уровень, который имеется при подкреплении условных раздражителей небольшим количеством пищи. Оно соразмеряет величину условной реакции с величиной безусловной реакции. По механизму своего возникновения, а также по начальной фазе своего развития оно родственно угасательному торможению, отличаясь от него лишь конечным результатом. Поэтому, подчеркивает П. С. Купалов, оно не прекращает условную реакцию, а лишь перестраивает ее на другой уровень. Такое перестраивающее торможение возникает всегда, как только нарушается установившееся соответствие между условным и безусловным возбуждением.

Первый материал о распространении «закона силы» на тормозные раздражители мы находим в диссертациях В. А. Дегтяревой (1914), Н. А. Рожанского (1913), М. К. Петровой (1914).

В. А. Дегтярева показала, что величина торможения вторично угасаемого рефлекса (при помощи условного тормоза) тем больше, чем меньше промежуток времени между применением первично и вторично угашенных рефлексов. Торможение при угасании пропорционально силе раздражителя первично угашенного рефлекса. В исследованиях Н. А. Рожанского и М. К. Петровой выступил следующий факт: физически более сильный раздражитель вызывает и более глубокий сон.

«Закон силы» на тормозных раздражителях был подтвержден в диссертации А. М. Павловой (1915). Она показала, что при применении условного тормозного сильного раздражителя появлялось и более сильное торможение.

Особо тщательно «закон силы» был изучен на зрительном анализаторе Ю. П. Фроловым (1918). Его работа выяснила соотношение между 50 интенсивностями силы света и величиной условного слюнного пищевого рефлекса. Им были установлены специальные гиперболические кривые зависимости между силой светового раздражения и величиной пищевого условного рефлекса.

В работе Г. В. Анрепа (1920) доказывалось, что растормаживающее действие экстрастимулов зависит от их силы, а тормозной эффект звуковой дифференцировки от силы чистого тона. Последний вопрос разрабатывался дальше Д. С. Фурсиковым (1920), который определил значение физической силы тормозного агента для выработки условного тормоза. Условный тормоз, как оказалось, легче вырабатывался, если тормозной агент был физически сильнее положительного раздражителя, к которому он прибавляется. На физически сильный раздражитель можно было получить условный тормоз, присоединяя его даже после начавшегося положительного действия условного пищевого раздражителя.

Очень интересны для нас опыты И. П. Разенкова (1924а). Им была осуществлена классическая сшибка (столкновение раздражительного

и тормозного процессов) и в результате ее получен срыв нормальной высшей нервной деятельности. В течение некоторого времени после этого у собаки наблюдались четыре последовательные стадии изменений в правильных силовых отношениях условных рефлексов: I — «тормозная» (отсутствовали все положительные рефлексы), II — «парадоксальная» (слабые условные раздражители вызвали больший эффект, чем сильные), III — «уравнительная» (на все условные раздражители получались одинаковые по своей величине условные рефлексы) и IV — «промежуточная к норме» (максимальные условные рефлексы получались от раздражителей средней силы).

Эти стадии, в которых нарушался «закон силы», продолжались несколько дней, и постепенно нервная система собаки пришла к норме. Впоследствии эти стадии или фазы были неоднократно установлены в лаборатории И. П. Павлова, подтверждены Н. И. Красногорским на детях и послужили основой для учения Павлова о гипнотических фазах. Мы остановимся на этом вопросе в следующем разделе данной главы. Сейчас же подчеркнем, что повторные сшибки у собаки И. П. Разенкова вызвали тренировку ее нервной системы и постоянное ослабление и исчезновение нарушений высшей нервной деятельности.

В работе С. С. Серебрянникова (1938), проведенной в 1926 г., был выявлен интересный факт на 7 собаках пассивно-оборонительного типа. Если условный раздражитель был отставлен на 30 секунд, то условные рефлексы соответствовали «закону силы», а если отставление было сокращено до 10 секунд, то силовые отношения условных рефлексов не соответствовали этому закону.

В опытах И. С. Розенталя (1926) было показано, что частым применением слабого условного раздражителя (выскакивание серого квадрата) можно вызвать развитие гипнотического состояния собаки, которое характеризовалось нарушением «закона силы» по типу стационарной парадоксальной фазы.

Особый интерес для нас представляет вопрос, почему звуковые условные раздражители считаются сильнее других. Ответ на этот вопрос был дан в исследовании П. С. Купалова и Гента (W. Horsley Gantt) (1928).

Употребление слабого тона свистка в комплексе с сильными раздражителями: свет в 400 свечей и холод (0°), затем постепенное усиление тона свистка показали, что величина условного рефлекса обуславливается физической силой раздражителя. Другими словами, размером той энергии, которая прикладывается к рецепторному концу анализатора.

Это же объяснение дает И. П. Павлов в 1927 г. в XXII лекции своего основного труда. Он пишет: «Разница в величине условного эффекта при агентах из разных анализаторов несомненно существенно зависит

от количества энергии, посылаемой каждым агентом в кору полушарий»¹.

Изучал механизм суммации условных рефлексов в связи с «законом силы» В. В. Рикман (1928). Он давал собаке слабый тон плюс кожно-механический раздражитель и сильный тон плюс кожно-механический раздражитель. При суммировании двух слабых раздражителей (первый случай) получалась арифметическая сумма. Суммирование сильного и слабого раздражителей (второй случай) давало эффект, равный величине одного сильного. Автор объяснял это явление отрицательной индукцией с клеток сильного раздражителя на клетки слабого при их совместном применении, чем подавлялось действие слабого агента.

Из этих работ лабораторий И. П. Павлова следовало, что в комплексных раздражителях можно при надлежащем подборе силовых отношений получить любое заданное отношение между величинами условно-секреторного эффекта этих раздражителей, а суммация условных рефлексов зависит от силовых отношений условных раздражителей.

В это же время проводится работа Л. А. Андреева (1938), где была доказана прямая зависимость между физической интенсивностью звукового раздражителя и величиной условного слюнного эффекта. Например, при ослаблении силы чистого тона в 2600 герц, получаемого от катодного генератора и служившего положительным условным сигналом, соответственно менялась величина условного рефлекса, выраженная в делениях шкалы: очень сильный — 48, сильный — 37, средний — 33, слабый — 9, очень слабый — 0.

Преемственно связана с опытами П. С. Купалова и Гента работа Ф. Д. Василенко (1940), в которой было изучено взаимоотношение компонентов на комплексный условный раздражитель, действовавший на разные анализаторы.

Компоненты были одинаковой физиологической силы (слабый шум и холод). Оказалось, что если выработать условный рефлекс на комплекс, то испытание в отдельности холода почти не вызывало никакого эффекта. Когда же были на шум и холод выработаны условные рефлексы в отдельности, то они вызывали равный эффект. Если же опять их соединить вместе, то проба одного шума снова давала эффект, а одного холода — не давала. Результаты подтвердили выводы П. С. Купалова и Гента, что комплексный условный раздражитель не является простой суммой своих компонентов.

Интересные результаты в это же время (в 1929 г.) были получены в работе Д. И. Соловейчика (1940). Он показал, что если многократно и часто повторять один и тот же условный раздражитель в течение од-

¹ И. П. Павлов. Полное собрание трудов. Т. IV. М.—Л., 1947, стр. 316.

ного опыта, то его эффект угасает независимо от подкрепления или неподкрепления. При этом, если интервал между раздражениями 3 минуты, то угасание происходит полностью, а при длинных интервалах (10 минут) в случае подкрепления наступало только понижение условного рефлекса. В обоих случаях угасания (с подкреплением и неподкреплением) скорость угасания была обратно пропорциональна силе условного раздражителя.

В 1929 г. на Международном психологическом конгрессе в США И. П. Павлов (1930) делает доклад, получивший известность как «Краткий очерк высшей нервной деятельности». В нем он формулирует 6 основных законов высшей нервной деятельности, названных им «правилами».

Вот как он формулирует закон зависимости величины эффекта от силы раздражения: «Чем условный раздражитель сильнее, чем более энергии поступает с ним в большие полушария, тем, при прочих равных условиях, более условнорефлекторный эффект, т. е. тем энергичнее пищевая двигательная реакция и тем обильнее слюноотечение, которым мы постоянно пользуемся при измерении эффекта. Как можно судить по некоторым опытам, эта связь эффекта с силой раздражения должна быть довольно точной... Но при этом всегда имеется предел, за которым еще более сильный раздражитель не увеличивает, а начинает уменьшать эффект»¹.

Далее И. П. Павлов останавливается на особенностях явления суммации условных рефлексов: «При комбинировании слабых условных раздражителей можно часто видеть точную арифметическую сумму их. При комбинации слабого раздражителя с сильным происходит только некоторое увеличение эффекта до известной предельной величины. А при комбинации двух сильных — эффект становится меньше каждого из компонентов, как выходящий за предел»² (разрядка наша. — Ю. П.).

Важным шагом вперед в исследовании «закона силы» является работа П. С. Купалова, Лаймана, Б. Н. Лукова (1931). В ней были применены точнейшие физические измерения силы звукового раздражителя. Тоны при этом производились специальным электронным звукогенератором, а их интенсивность измерялась с точностью до сотых долей миллиампера. Зависимость величины условных рефлексов (образованных на тоны) от интенсивности раздражителя выражалась экспоненциальной кривой. Как известно, экспоненциальная функция есть показательная функция, т. е. функция вида $y^x = a$, где x — независимое переменное.

¹ И. П. Павлов. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 2. М.—Л., 1951, стр. 111.

² Там же.

«Закон силы» нарушался при повышенной пищевой возбудимости собак. Так, в опытах Л. О. Зевальда (1933) слабые раздражители давали эффект, равный сильным. При понижении пищевой возбудимости устанавливались правильные силовые отношения условных рефлексов.

А. М. Павлова (1938) продолжала изучение этого закона в 1931 г. на сплошных и прерывистых (ритмических) раздражителях. Она установила, что непрерывный слабый раздражитель (свет, слабый тон) давал меньший эффект, чем этот же раздражитель, ритмически прерываемый. Сильный же раздражитель (сильный тон) вызвал при сплошном применении больший эффект, чем он же, даваемый прерывисто, что автор объяснял вмешательством запредельного торможения.

Переход возбуждения в запредельное торможение изучил В. В. Рикман (1931). Он посредством хронического голодания производил повышение пищевой возбудимости у собак разных типов. По мере повышения пищевой возбудимости росли безусловные и условные слюнные рефлексы, особенно последние, причем эффекты слабых раздражителей достигали уровня сильных на фоне общего повышения. Однако повышение продолжалось до определенного предела, за которым повышение пищевой возбудимости вызывало падение величины условных рефлексов. Было ясно, что корковое перевозбуждение непосредственно переходило в торможение, названное И. П. Павловым запредельным. Аналогичные результаты дали и опыты В. В. Рикмана, когда возбудимость повышалась при помощи кофеина.

На основании этих опытов И. П. Павлов предложил различать порог возбудимости и предел возбудимости коры. Диапазон между ними определял работоспособность коры.

Опыты 1932 г., проведенные Л. О. Зевальдом (1941), показали, что «закон силы» наиболее четко обнаруживается лишь при введении определенной системы раздражений (внешний стереотип).

У собак возбудимого типа «закон силы» проявлялся лишь при небольших отставлениях безусловного подкрепления (15 секунд), а при большем отставлении (45 секунд) силовые отношения условных рефлексов были одинаковыми (Пророков, 1932). Хроническая положительная индукция от дифференцировочного слабого (кожно-механического, слабого прерывистого света) раздражителя может маскировать «закон силы», который был четко выражен. Положительная индукция вызывает увеличение эффекта от слабых раздражителей. «Закон силы» восстанавливался при снижении пищевой возбудимости собаки (Виноградов, 1932).

В. К. Федоров (1938) показал, что «закон силы» при нормальной пищевой возбудимости (собаку кормят за 18—22 часа до опыта) распространяется на кислотные условные рефлексы.

Таким образом, зависимость условнорефлекторного эффекта от силы раздражителя была установлена как на пищевых, так и на оборонительных условных рефлексах.

П. С. Купалов и Б. Н. Луков (1933) доложили в Обществе физиологов в 1932 г., что величина условных рефлексов, выработанных при отставлении пищевого подкрепления на 30 секунд, не меняется, если условный раздражитель давать короткое время (3—10 секунд), после чего делать паузу (27—20 секунд) до подкрепления. В этом случае также действует «закон силы». П. С. Купалов (1933) доказал, что в освещенной камере один и тот же условный звуковой раздражитель вызывает более высокий слюнный рефлекс. Автор считает, что световые раздражения тонизируют кору и повышают величину условного рефлекса на звук.

Яркое проявление относительного закона силы (сформулированного Павловым в 1910 г.), т. е. зависимости величины условного рефлекса от количества пищевого подкрепления, выступило в многочисленных опытах, проведенных в лаборатории И. П. Павлова С. В. Клещовым (1936), Н. Н. Никитиным (1933), Гентом (W. H. Gantt, 1937), М. К. Петровой (1937в), А. М. Павловой (1941). Сила условного раздражителя в этих опытах не менялась, а безусловное подкрепление, вызывающее определенной интенсивности врожденную пищевую деятельность организма, варьировало в сторону увеличения и уменьшения.

Влияние безусловного рефлекса на соответствующий условный специально изучал Э. А. Асратян (1934). Изменяя интервал между концом безусловного и условным рефлексом, он нашел, что при сокращении этих пауз до 15—40 секунд уменьшается условный рефлекс в связи с отрицательной индукцией с центра безусловного рефлекса. Он установил, что в пределах указанного промежутка последовательной отрицательной индукции еще не могло быть в центре безусловного рефлекса: это доказывалось опытами с подстановкой безусловного раздражения после безусловного. Поэтому причину уменьшения условных рефлексов нельзя видеть в последовательной отрицательной индукции. Вместе с тем оказалось, что безусловные рефлексы бывают тем сильнее, чем меньше пауза между концом предшествующего безусловного и началом данного безусловного раздражителя.

И. С. Розенталь и В. К. Федоров (1939) исследовали неустойчивые гипнотические фазы, встречающиеся при естественных гипнотических состояниях и при действии наркотиков. Они нашли, что если у таких собак удвоить период изолированного действия условных раздражителей, когда нарушен «закон силы», то гипнотические фазы выступали лишь во время обычного отставления на 30 секунд, а в следующие 30 секунд они исчезали и заменялись нормальной зависимостью эффекта от силы раздражителей. Авторы считают, что экстренное удлинение периода

изолированного действия условных раздражителей резко повышает возбудимость коры, так как обычно это время действия условных натуральных и безусловных пищевых раздражителей. Повышение возбудимости уничтожает условия проявления гипнотических фаз.

Выступая на «среде» 23 октября 1935 г., И. П. Павлов подвел итог изучения в его лабораториях «закона силы». Исключительное значение он придавал условиям, при которых проявляется «закон силы». Он заявил, что «наш закон зависимости условного эффекта от физической силы условного раздражителя, говорить нечего, — точная вещь, но, однако, этот закон колеблется». Разбирая конкретный случай с собакой «Марс», у которой нарушался этот закон (А. А. Линдберг, 1937), И. П. Павлов говорит об условиях его действия: «Первое условие — нужно было сбить чрезвычайно высокую пищевую возбудимость, которая ставила кору на высокий тонус и при которой все раздражители давали максимальный эффект... Надо было понизить тонус, и правило это выступило ясно и отчетливо... Надо было изменить стереотип с одинаковыми паузами в том смысле, чтобы паузы были различными: то 3 минуты, то 8 минут, то 10 минут, причем они в каждом опыте менялись, находясь между различными раздражителями. Таким образом был сбит, уничтожен рефлекс времени. Тогда совершенно отчетливо выступила разница между действием сильных и слабых физических раздражителей. Как только мы уничтожили рефлекс времени, разница между сильными и слабыми оказалась очень значительной. Зависимость от силы была замаскирована рефлексом времени при высоком тонусе коры... Этот факт должен быть отмечен и включен в систематическое изложение всего нашего материала. Я считаю моим долгом это сделать в ближайшем будущем, опираясь на весь материал»¹.

И. П. Павлов хотел переработать свои «Лекции о работе больших полушарий», отразив в них условия проявления «закона силы», выявленные в описанных выше работах, но не успел этого сделать.

Ф. П. Майоров (1936) тщательно исследовал зависимость силы тормозного процесса от физической интенсивности тормозного раздражителя. В разных вариациях на 5 животных на пищевых секреторных рефlekсах он при помощи сравнения действия физически слабых дифференцировок (метроном M_{50} и M_{60}) с физически сильной (метроном M_{200}) испытывал их на концентрацию торможения на очень коротких интервалах в несколько секунд. Дифференцировка на M_{200} всегда вызывала после себя положительную индукцию, дифференцировка же M_{50} положительной индукции не давала, а давала последовательное тормо-

¹ И. П. Павлов. Случай нарушения закона зависимости условных рефлексов от силы раздражителя и методы его обнаружения — понижение пищевого тонуса или разрушение рефлекса времени. В кн.: Павловские среды. Т. III. Стенограммы. М.—Л. 1949, стр. 237—239.

жение. Следовательно, M_{200} вызывал в коре более концентрированный тормозной процесс, чем M_{60} , а более концентрированное торможение всегда более сильное. Таким образом, опыты Ф. П. Майорова показали, что «закон силы» должен быть распространен также и на действие тормозных условных раздражителей. Тем самым он получил общее значение для обоих нервных процессов.

Как показали работы Н. И. Красногорского (1932, 1958) и его сотрудников (Деревщикова и Буркова, 1928; Ющенко, 1928; Воловик, 1929; Шастин, 1929), закон зависимости величины условнорефлекторного эффекта от силы условного раздражителя полностью сохраняет свое значение и в отношении деятельности головного мозга ребенка. В многочисленных исследованиях лабораторий Н. И. Красногорского, выполненных при помощи классической секреторно-двигательной методики, было доказано, что у здоровых детей при оптимальной корковой и подкорковой возбудимости сильные условные раздражители вызывают условные рефлексы большей величины, чем слабые. Вместе с тем оказалось, что в течение всего опыта величина условного секреторного рефлекса у здорового ребенка остается почти неизменной. Однако если в течение одного исследования условный рефлекс много раз подкрепляется большим количеством пищи, то величина условного рефлекса постепенно понижается соответственно понижению пищевой возбудимости.

Исследования Н. И. Красногорского подтвердили на детях открытое И. П. Павловым на собаках правило предела силы раздражения. У ребенка для всякого условного раздражителя существует определенная оптимальная сила, при которой возникает условный рефлекс наибольшей величины. Всякое превышение силы за предел безвредного функционального напряжения ведет к уменьшению величины условной реакции в связи с вмешательством запредельного торможения. Всякое понижение силы ниже предела оптимума также ведет к уменьшению условного рефлекса в соответствии с «законом силы». В связи со своими исследованиями Н. И. Красногорский (1958) делает следующий вывод: если условнорефлекторные ответы следуют закону силы, то это указывает на здоровье ребенка и оптимальную возбудимость коры его больших полушарий.

Уже в послевоенное время была опубликована монография А. И. Макарычева (1947), посвященная результатам изучения при помощи слюнной методики условий проявления «закона силы» в опытах на собаках. Автор специально подчеркивает, что рассматриваемый закон проявляет свое действие лишь при одинаковом безусловном подкреплении. На основании частного случая маскирования «закона силы» автор без достаточной критической оценки своих данных пытается отрицать этот закон.

На зависимость проявления «закона силы» от состояния коры больших полушарий в последнее время вновь указал П. С. Купалов (Купалов и Правосудов, 1959). Необходимо для его действия отсутствие запредельного торможения, тогда проявляется свойство самих корковых клеток устанавливать стандартные величины реакции на различные раздражители (Федоров, 1956).

Обзор многочисленных работ павловской школы, посвященных «закону силы» и различным условиям его проявления, включая также исследования ученика И. П. Павлова Н. И. Красногорского, выполненные на детях, позволяет нам сделать вывод, что «закон силы» является основным количественным законом теории условных рефлексов, на котором базируется возможность количественного анализа процессов высшей нервной деятельности. Как сам закон, так и основные условия, определяющие его действие, полностью применимы к работе головного мозга здорового ребенка. К условиям, определяющим действие закона, относятся: одинаковое пищевое подкрепление, определенное отставление условного раздражителя от безусловного (обычно на 30 секунд), оптимальная возбудимость коры больших полушарий и подкорковых образований, отсутствие рефлекса на время.

Лишь опираясь на количественный анализ процессов высшей нервной деятельности, можно установить качественное состояние больших полушарий. Отсюда понятно, почему И. П. Павлов придавал такое исключительное значение выявлению условий, определяющих действие «закона силы».

Фазовые изменения деятельности коры головного мозга

Изучая корковую нейродинамику при умственном утомлении у здоровых детей, исследователь постоянно сталкивается с фазовыми состояниями коры головного мозга. Фазовые явления характеризуют также работу головного мозга при ряде психических заболеваний. Чтобы разобраться в этом сложном вопросе, необходимо изложению экспериментального материала предпослать обзор основных работ павловской школы, в которых впервые были описаны различные фазы в деятельности мозга и вскрыты их механизмы.

Изменение возбудимости больших полушарий в сторону торможения, наблюдаемое у здорового животного при переходе из бодрого состояния к полному сну, получило название в павловской школе переходных или гипнотических фаз. При этом исчезает нормальное отношение условнорефлекторных ответов, обусловленное силой раздражителя, его абсолютной энергией в соответствии с действием «закона силы». Правильные силовые отношения заменяются то уравниванием эффектов на сильные и слабые условные раздражители (уравнивательная

фаза), то их извращенным отношением, т. е. сильные раздражители производят меньший эффект, чем слабые (парадоксальная фаза), причем это происходит за счет снижения эффекта сильных условных раздражителей (уравнительная фаза на низком уровне). При явно сонливом состоянии, но еще до наступления полного сна, иногда отмечалась ультрапарадоксальная фаза, когда положительный раздражитель совсем или почти терял свое действие, а хорошо выработанный отрицательный раздражитель, наоборот, получал положительное действие (Шишло, 1910).

Переходные фазы между бодрым состоянием и сном, по И. П. Павлову (1925), являются разными степенями экстенсивности и интенсивности тормозного процесса в больших полушариях. В норме переходные фазы быстро сменяют друг друга при засыпании и пробуждении. Однако при патологических условиях они могут принимать застойный, инертный и длительный характер (И. П. Павлов, 1927).

Впервые такие инертные гипнотические фазы в мозговой коре были получены и описаны И. П. Разенковым (1924а) в работе, о которой мы говорили выше.

С этого времени получило начало учение И. П. Павлова о гипнотических фазах. Сначала оно возникло как представление о фазовых изменениях, хронически развивающихся после произведенной сшибки. Затем оно было распространено на все переходные состояния от бодрствования ко сну и от сна к бодрствованию. Если в первом случае фазовые изменения характеризовали патологическое состояние высшей нервной деятельности в результате вызванного сшибкой экспериментального невроза, то во втором случае фазовые состояния характеризовали физиологический процесс перехода от бодрствования ко сну.

Вместе с тем нельзя не видеть различия между понятиями «гипнотические фазы» и «фазовые состояния». Очень часто в специальной литературе их употребляют как синонимы, однако это далеко не одно и то же. Под гипнотическими фазами надо понимать, как это следует из самого названия, лишь такие случаи нарушения нормальных силовых отношений между условными рефлексам, когда имеются объективные признаки развития гипнотического торможения, часто являющегося запредельным торможением. Но возможны случаи (особенно часто это бывает у детей при физической работе), когда нет никакого запредельного торможения, а, наоборот, имеется повышение возбудимости и наблюдается повышение всех условных рефлексов (уравнительная фаза на высоком уровне и т. п.). На это с самого начала обратил внимание И. П. Павлов (1925, 1930), описав получение фазовых состояний при повышении пищевой возбудимости. В этом случае развиваются уравнительная и парадоксальная фазы на высоком уровне. При

понижении же пищевой возбудимости, указывает И. П. Павлов, наступает гипнотическое состояние и уравнительная и парадоксальная фазы развиваются на низком уровне.

Очень точно это было схвачено Н. И. Красногорским (1951) при изучении фазовых изменений деятельности больших полушарий у детей. Он прямо указал, что могут быть эксцитаторные фазы при повышении возбудимости коры и тормозные фазы при постепенном понижении возбудимости от оптимальной до полного торможения.

Таким образом, перед нами ясно выступает, что «гипнотические фазы» — лишь частный случай более общего явления «фазовых изменений» возбудимости коры. «Фазовые изменения» охватывают собой все изменения корковой возбудимости как в сторону повышения, так и в сторону понижения от оптимальной возбудимости коры, при которой имеются правильные силовые отношения условных рефлексов.

Уравнительная и парадоксальная фазы в течение экспериментальных неврозов и при переходных состояниях были многократно описаны и изучены в лабораториях И. П. Павлова. И. П. Разенков (1924б) получил эти фазы на собаке с односторонней экстирпацией *gyri cingulatus et ectosylvius*. И. С. Розенталь (1926а, б) наблюдал стационарную парадоксальную фазу при весьма частом применении слабого условного раздражителя. При этом гипнотизация собаки была ликвидирована только присутствием экспериментатора около собаки во время опыта. П. К. Анохин (1926) описал разновидность уравнительной фазы (выравнивание эффектов сильных и слабых раздражителей на различных уровнях в одном опыте) при внешнем торможении: он вливал в рот собаки отвергаемые вещества (растворы соды, танина). Уравнительная и парадоксальная фазы на отвергаемые вещества были получены также И. Р. Пророковым (1940). П. К. Анохин (1929) описал также парадоксальную фазу на фоне развития угасательного торможения, которое он получал, прерывисто угашая пищевой рефлекс у собаки на стук метронома. Гипнотическое состояние у собаки возбудимого типа получила М. К. Петрова (1928) утрированным применением тормозных раздражителей. Д. Т. Куимов (1938) получил уравнительную и парадоксальную фазы на старой собаке путем переделки положительного метронома в тормозной. То же наблюдала В. В. Яковлева (1938) на собаке возбудимого типа при выработке трудных дифференцировки и условного тормоза. Интересно, что путем тренировки, длительного упражнения торможения, перемежая трудные задачи с более легкими, В. В. Яковлевой удалось достичь полного разрешения трудных задач на торможение у собаки возбудимого типа, излечив ее от невротических явлений.

А. И. Сковорода-Зачиняев (1941) получил уравнительную и парадоксальную фазы у собаки сильного уравновешенного типа путем переделки тормозного метронома в положительный, при этом обнаружи-

лась своеобразная «ритмичность» в смене фаз по дням: цикличность через один день (наличие фаз чередовалось с днями нормальных отношений). После срыва у собаки Н. В. Зимкин (1928) наблюдал уравнительную и парадоксальную гипнотические фазы. При подкожном введении оптимальных доз чистого кофеина (0,12—0,16) фазы исчезали и восстанавливалась норма, но уже при дозах меньше 0,1 и больше 0,2 возвращения к норме не было. Эффект восстановления нормы автор иногда получал применением концентрированной дифференцировки. Если в первом случае гипнотическое состояние устранялось повышением общей возбудимости коры, то во втором случае — концентрацией рассеянного торможения.

Б. Н. Бирман (1928) показал, что парадоксальная и уравнительная фазы свойственны и нормальным переходным состояниям между сном и бодрствованием.

П. К. Анохин (1928) и Н. В. Виноградов (1928) обнаружили уравнительную и парадоксальную фазы в коре при выработке дифференцировочного торможения. Таким образом, гипнотические фазы могут возникать при развитии внутреннего торможения, т. е. нормальных условиях деятельности мозговой коры. Это подтвердил П. О. Макаров (1940).

М. К. Петрова (1933) показала, что при помощи соответствующих доз брома (3 г) и присоединением к положительному раздражителю дифференцировки можно снять гипнотическое состояние. Механизм, по автору, здесь один: усиление и концентрация торможения. Ф. С. Павлов (1940) получил гипнотические фазы в результате срыва при трудной выработке запаздывающего торможения (отставление на 3 минуты) и устранил их перерывом и переходом на короткое отставление всех рефлексов. Такие же фазы наблюдал при выработке запаздывающего торможения А. Г. Иванов-Смоленский (1932).

Ультрапарадоксальную фазу после А. А. Шишло описали сначала И. П. Разенков (1924), затем А. Г. Иванов-Смоленский (1927) при тормозном срыве в результате трудного дифференцирования собакой синтетического звукового раздражителя. И. Н. Журавлев (1928) получил ультрапарадоксальную фазу при постоянном повторении одного условного раздражителя, объясняя это истощением корковых рецептивных клеток. Переделывая стереотип раздражителей у собаки сангвиника, ультрапарадоксальную фазу получил И. О. Нарбутович (1938).

Механизм ультрапарадоксальной фазы на животных был изучен в опытах М. К. Петровой (1937), а затем Л. О. Зевальда (1940). М. К. Петрова в 1933 г., чередуя на собаке, отличавшейся раздражительной слабостью, положительный и дифференцировочный раздражители (разная частота ударов метронома), получила на положительный ритм ноль, а на дифференцировочный — секреторный эффект 17—30 де-

лений шкалы. Эти извращенные отношения между положительным и тормозным раздражителем сохранялись долгое время и стали стационарными. Дача собаке брома с кофеином устранила ультрапарадоксальную фазу. Было установлено, что механизм ультрапарадоксальной фазы заключался в извращенной взаимной индукции. Кортиковые клетки, воспринимавшие действие положительного раздражителя, ослабели вследствие прежних ошибок, что привело к истощению в них раздражительного процесса и развитию торможения. Это вызывало положительную индукцию в сопряженных с ними корковых клетках, воспринимавших действие тормозного ритма. Однако в этих опытах ультрапарадоксальная фаза возникала случайно. Зевальд пытался получить ее искусственно у 4 собак. С этой целью проводилось сплошное или прерывистое угашение положительного метронома и после него подставлялся тормозной метроном. Несколько раз удавалось наблюдать ультрапарадоксальную фазу, но не сразу после угашения, а в конце опыта или на следующий день. Это объяснялось тем, что для ультрапарадоксальной фазы необходима известная концентрация торможения в корковых клетках, воспринимающих действие положительного метронома. Стационарной ультрапарадоксальной фазы в 1934 г. Л. О. Зевальду получить не удалось. Лишь в 1935 г. В. А. Трошихин в лаборатории И. П. Павлова путем покрытия положительного условного раздражителя (касалки) безусловным сделал положительный раздражитель тормозным, тогда ассоциированная с ним дифференцировочная касалка стала давать положительный эффект. И. П. Павлов (1935) считал, что в этом опыте сперва создается ассоциированная пара для двух пунктов коры, которые связаны и находятся во взаимной индукционных отношениях, а затем путем покрытия безусловным мы делаем положительный условный рефлекс отрицательным, тогда в силу взаимной индукции тормозной становится положительным.

Таким образом, заключает И. П. Павлов, мы можем получить ультрапарадоксальную фазу по желанию. Эту фазу мы наблюдаем не только при разных болезненных состояниях, но и при бодром состоянии животного.

В лаборатории И. П. Павлова затем ультрапарадоксальную фазу описывали О. П. Ярославцева (1940), И. С. Розенталь (1936), А. А. Линдберг (1936) и др. Во всех этих исследованиях природа ультрапарадоксальной фазы была одна: извращение взаимной индукции (Петрова. 1938).

Длительное изучение фазовых изменений деятельности больших полушарий головного мозга у детей послужило Н. И. Красногорскому основанием для выдвижения несколько иного объяснения механизма ультрапарадоксальной фазы, наблюдаемой им у детей, больных эпилепсией (после приступа) или истерией. Н. И. Красногорский (1951) описы-

вадет хроническую ультрапарадоксальную фазу у ребенка, когда в течение нескольких месяцев все положительные раздражители, подкрепляемые клюквой в сахаре, не вызывали рефлексов, а условный тормоз или дифференцировка (неподкрепляемые раздражители) давали огромную секреторную реакцию от 50 до 70 капель за 30 секунд. Характерной особенностью ультрапарадоксальной фазы, по Н. И. Красногорскому, является интенсивное экстракорковое слюноотделение, наступающее вследствие крайнего ослабления корковой регуляции. Положительные условные раздражители вследствие глубокого торможения коры не вызывают в ней достаточно сильных возбуждений, которые бы дали положительный условный рефлекс. Однако, повышая до некоторой степени возбудимость коры, они лишь несколько усиливают ее контроль над подкоркой и задерживают интенсивное экстракортикальное слюноотделение. Тормозные же условные раздражители еще больше понижают возбудимость коры, ослабляют и без того ее слабую регуляцию подкорковых реакций, вследствие чего экстракорковое слюноотделение еще усиливается. Таким образом, согласно Н. И. Красногорскому, ультрапарадоксальный эффект объясняется еще более глубоким понижением возбудимости коры во время действия тормозных раздражителей при перевозбуждении подкорковых отделов. По существу это объяснение не противоречит павловскому, дополняя его с позиции корково-подкорковых отношений.

Особый интерес представляет для нас работа М. К. Петровой (1937б), в которой у собаки-кастрата сангвинического типа был получен так называемый «циркулярный невроз»: тонус больших полушарий периодически колебался, день нормальных условных рефлексов сменялся двумя днями сниженных рефлексов и т. д. Важно отметить, что срыв собака дала через несколько дней после того, как она решила трудную для ее нервной системы задачу и продолжала нормально работать. В лаборатории И. П. Павлова неоднократно наблюдались случаи, когда срыв высшей нервной деятельности происходил не сразу после сшибки или перенапряжения тормозного или раздражительного (сверхмаксимальный раздражитель) процесса, а через несколько дней. После «нервной травмы» (сшибка) животное продолжало до поры до времени осуществлять нормальную работу в опытах, каждый из которых продолжался по много часов. Однако теперь эта «нормальная» работа была чрезмерной для утомленной нервной системы. Другими словами, эта работа была уже слишком тяжелой, т. е. «ненормальной» при данных условиях. С продолжением этой «нормальной» работы нервная трудность нарастает и суммируется с предшествующим утомлением или «нервной» травмой, в результате чего нервная система не выдерживала и развивался явный срыв высшей нервной деятельности.

Нам кажется, что на фоне постоянного умственного утомления у детей какая-либо психическая травма или трудная задача (учебная) для нервной системы, суммируясь с предшествующим утомлением, через определенный скрытый период может дать невротические явления, срыв. Когда же врач анализирует потом такой случай, то ему часто непонятно, почему самая нормальная учеба и обычная жизненная обстановка составили невыносимый труд для данного ребенка и вызвали невроз. Конечно, предшествующее утомление, психическая травма, суммируясь с обычной нагрузкой, нарушили возможность саморегуляции поведения со стороны головного мозга. Именно об этом нас предупреждают неврозы у собак в лабораториях И. П. Павлова, развивавшиеся спустя определенный «скрытый период».

Учитывая сказанное, представляет интерес итог, подведенный И. П. Павловым (1934) в области патологии высшей нервной деятельности. Все способы вызывания патологического состояния у собак он свел к следующему: а) перенапряжение возбуждения, б) перенапряжение торможения, в) перенапряжение их подвижности (при помощи сшибки). Для клиники неврозов у детей этот вывод И. П. Павлова имеет принципиальное значение, указывая путь их профилактики.

Классическим трудом, посвященным фазовым изменениям деятельности больших полушарий у детей, является работа Н. И. Красногорского (1951), которую мы упоминали. Все фазовые состояния автор делит на эксцитаторные, связанные с повышением оптимальной возбудимости, и тормозные, связанные с понижением оптимальной возбудимости коры головного мозга.

При оптимальной возбудимости коры больших полушарий, подкорковых и нижележащих уровней на притекающие раздражения большие полушария отвечают реакциями, величина и скорость которых точно соответствуют силе раздражителя. При повышении возбудимости развиваются два эксцитаторных состояния корковой деятельности: простая эксцитаторная фаза (все условные рефлексы повышаются при сохранении правильных силовых отношений) и уравнительная эксцитаторная фаза (условные рефлексы повышены и одинаковы, «закон силы» нарушен). Последняя фаза, по автору, встречается при неврозе детей типа неврастения, нервная энергия расходуется неэкономно, а реакции неадекватны, при этом нарушаются тормозные реакции. Тормозных фаз автор выделяет четыре, их он считает постепенными переходами от состояния оптимальной возбудимости ко сну. Первая тормозная фаза — простая тормозная фаза (все условные рефлексы понижены при сохранении правильных силовых отношений). Дальнейшее понижение возбудимости ведет к уравнительной тормозной фазе (все условные рефлексы понижены и одинаковы, «закон силы» нарушен). При дальнейшем по-

нижении возбудимости коры у детей развивается парадоксальная фаза (слабые условные раздражители вызывают более сильные эффекты, чем сильные), а затем ультрапарадоксальная фаза (положительные раздражители вызывают тормозные ответы, тогда как тормозные — положительные реакции). Объяснение механизма ультрапарадоксальной реакции Н. И. Красногорским мы уже приводили. Что касается механизма парадоксальной реакции, то автор придерживается той же интерпретации, что дал И. П. Павлов для явлений, наблюдавшихся у собак: сильный раздражитель для заторможенных клеток является сверхмаксимальным и поэтому клетки на него слабо реагируют (запредельное торможение), слабые же раздражители являются адекватными и дают интенсивную реакцию.

Описанные автором эксцитаторные и тормозные фазы у здоровых детей обычно быстротечны и проявляются определенными изменениями условных рефлексов и поведенческих реакций. Эта смена фаз является естественным следствием постоянных колебаний внешней среды и внутренних состояний организма (сон—бодрствование). Понижение возбудимости, развивающееся во время тормозных фаз, обычно быстро уступает место полному восстановлению оптимальной возбудимости. Однако иногда, при различных болезненных состояниях, эксцитаторные и тормозные фазы могут становиться застойными, инертными и длительными, при этом ребенка не удается вывести из этих состояний. Это составляет патофизиологическую основу невротических, а иногда и психических состояний. При этом могут наблюдаться истощение, а иногда и повреждение корковых клеток.

Наблюдаются длительные фазовые состояния, как мы увидим, и при систематическом умственном утомлении. Но при этом, как правило, детей легко вывести из этих состояний путем отдыха на чистом воздухе или посредством специальных стимулирующих афферентных раздражений, тогда как при фазовых состояниях, связанных с психо-невротическими состояниями, это сделать чрезвычайно трудно и требуется систематическая и упорная терапия.

Перечисленные исследования фазовых изменений в больших полушариях при различных условиях высшей нервной деятельности, успешное развитие изучения высшей нервной деятельности ребенка в лабораториях, руководимых Н. И. Красногорским и А. Г. Ивановым-Смоленским, позволили приступить к изучению условнорефлекторной деятельности при умственном утомлении у школьников.

Л. С. Богаченко (1953а, б; 1957) в лаборатории, руководимой А. Г. Ивановым-Смоленским, применяя двигательную методику с так называемым речевым подкреплением (Иванов-Смоленский, 1925), показала, что под влиянием учебной нагрузки в результате умственного утомления у учащихся первой смены в конце учебного дня наблю-

дается некоторое преобладание раздражительного процесса над тормозным с тенденцией ослабления внутреннего торможения (растормаживание дифференцировок, укорочение скрытого периода и нарастание силы двигательной реакции). В начале и конце учебного дня второй смены была обнаружена ясно выраженная тенденция к развитию охранительного торможения: увеличивался латентный период двигательной реакции и уменьшалась ее величина. Сравнивая взаимоотношение первой и второй сигнальных систем при развитии умственного утомления у школьников, автор констатировал разлитое торможение во второй сигнальной системе (по показателю увеличения случаев неправильной вербализации ребенком своих действий во время опыта). Позднее это явление разлитого торможения постепенно распространялось на условные двигательные рефлексy первой сигнальной системы. Применяя последовательный комплексный световой раздражитель (желтая, лиловая, оранжевая и голубая лампочки), автор обнаружил, что к концу учебного дня у детей происходит ухудшение условнорефлекторной деятельности, связанное со школьным утомлением. При этом все дети по характеру изменений условных рефлексов делятся на три группы: в первой — нарушаются как двигательные, так и словесные реакции, во второй — нарушаются преимущественно двигательные реакции, в третьей группе детей нарушаются преимущественно словесные реакции.

Продолжая эти исследования, Л. С. Богаченко (1961) нашла, что образование новых двигательных рефлексов на упомянутый комплексный раздражитель (как непосредственный, так и на его словесное обозначение) у подавляющего большинства школьников 10—14 лет в конце учебного дня происходит значительно труднее, чем в его начале. При этом по характеру изменения этих рефлексов автор всех детей также делит на три аналогичные группы, указывая, что отмеченные изменения проходили обычно к утру следующего дня.

Значительным продвижением вперед на этом пути явилась работа Т. П. Фуфлыгиной (1953, 1957), выполненная в лаборатории, руководимой В. К. Фаддеевой. Она, используя ту же методику А. Г. Иванова-Смоленского совместно с «ассоциативным экспериментом», изучала распространение тормозного процесса из второй сигнальной системы в первую. Она образовала у детей 9—12 лет условные двигательные реакции на красный, зеленый, синий световые сигналы, затем угашала в «ассоциативном эксперименте» словесную реакцию (словесным приказом «Не отвечай!») на слово «синий».

В начале учебного дня она наблюдала избирательное распространение тормозного процесса на двигательную реакцию только на синий свет, на другие световые сигналы торможение не распространялось. Под влиянием утомления в конце учебного дня торможение, вызывае-

мое угашением словесной реакции, уже не ограничивалось только двигательной реакцией на синий свет и распространялось на другие световые сигналы. Следовательно, избирательная иррадиация угасательного торможения сменялась иррадиацией генерализованной. По-видимому, в этом случае имело место запредельное торможение вследствие суммирования в течение дня однообразных раздражений, в результате чего происходило взаимное проникновение условного и безусловного торможения. Затем Т. П. Фуфлыгина показала, что экстрараздражитель (световой, звуковой) в конце учебного дня значительно сильнее влиял на словесные ассоциации, чем в начале учебного дня. Если до уроков он тормозил лишь наименее упроченные словесные реакции, то после уроков, особенно после второй смены, он нередко тормозил все высшие словесные ассоциации, растормаживая низшие (эхолалические, вопросительные, отказные), а иногда полностью тормозил все словесные реакции. Здесь, отмечает автор, очевидно, происходило суммирование внешнего торможения: отрицательной индукции с запредельным торможением. Автор также показал влияние школьного утомления на ухудшение ребенком вербализации своих реакций во время опыта, что, по его мнению, указывает на инертность нервных процессов преимущественно во второй сигнальной системе.

Изучая комплексную деятельность больших полушарий при помощи секреторно-двигательной методики условных рефлексов, Г. Я. Корнеев (1952) из лаборатории, руководимой Н. И. Красногорским, столкнулся с хроническими фазовыми состояниями. При этом, как пишет Н. И. Красногорский (1954), в различных анализаторах в одно и то же время были различные фазовые состояния. Дело в том, что к Г. Я. Корнееву дети приходили на опыты во второй половине дня, обычно после классных и домашних занятий. Естественно, давало себя знать запредельное торможение, которое и констатировал Г. Я. Корнеев, не зная, что он имеет дело с последствиями умственного утомления.

Е. Г. Жук (1954) также указывает, что первым признаком утомления по показаниям условных двигательных рефлексов является уравнивание их скрытых периодов на сильный и слабый звук.

В. Я. Кряжев (1955) изучал условные двигательные и речевые реакции и влияние на них учебного дня у школьника 7-12 лет. Он отметил нарушение условнорефлекторной деятельности под влиянием школьного утомления.

Влияние учебного дня на условные рефлексy у студентов изучали А. С. Дмитриев и А. Т. Жидкова (1956). Они использовали методику речевого подкрепления и корректурную пробу. Оказалось, что через 6 часов занятий появились интерсигнальные двигательные реакции, а условные реакции оказались приторможенными, корректурная же проба выявила увеличение ошибок. Через 8 часов занятий тормозились условные

реакции (увеличивался скрытый период) как на непосредственный, так и на словесный раздражитель.

Т. Н. Павлова (1954, 1957) и В. П. Соловьева (1957) исследовали высшую нервную деятельность у операторов-вычислителей на счетных машинах и корректоров типографий. Работа, выполненная при помощи методики речевого подкрепления, показала, что под влиянием умственной работы в течение рабочего дня увеличиваются латентные периоды двигательных реакций, величина реакций уменьшается к концу рабочего дня и не соответствует силе раздражителей. Последнее обстоятельство послужило для авторов основанием для констатации фазовых состояний в коре головного мозга.

Определенные изменения двигательных условных реакций в результате умственных занятий у детей и взрослых установили Н. В. Кантарович (1926), Е. К. Редькина и Е. А. Широкова (1954), А. И. Васютина (1954), В. А. Нови (1955), Б. В. Крайцеров (1957), Л. Е. Любомирский (1957), Ю. А. Мамедов (1956), К. С. Политова (1961).

Н. И. Козиным и А. В. Аболенской (1959) была предложена методика исследования фазовых состояний у детей по величине абсолютной силы двигательной реакции на слабый и сильный гудок. Сперва производится десятикратная проба слабого, а затем сильного и опять слабого сигнала, затем подсчитывается средняя величина каждой реакции в начале и конце опыта. На этом основании авторы устанавливают 10 фазовых состояний. Эта методика не получила распространения вследствие субъективности оценки авторами ее результатов.

В последнее время была предпринята попытка (Курбатов, Политова, 1961) проследить особенности образования условной сердечно-сосудистой реакции утром и в конце школьного дня. Вырабатывалось условное учащение пульса, подкреплением служила нагрузка в виде 10 приседаний. Оказалось, что условное учащение пульса утром было больше (10—12 ударов в минуту), а после учебы меньше (4—10 ударов в минуту).

Приведенный обзор изучения высшей нервной деятельности при состояниях умственного утомления показывает, что фазовые изменения больших полушарий и нижележащих образований, составляющие важный физиологический субстрат симптомов умственного утомления, изучены очень мало. По существу, исследования условных двигательных реакций, словесных ассоциаций являются лишь «первой ласточкой» в исследовании корковой и подкорковой динамики при умственном утомлении. Глубокое экспериментальное изучение фазовых явлений на основании «закона силы» в павловской школе, возможность использовать результаты, добытые в этих исследованиях для анализа умственного утомления ребенка, делают особенно желательным для изучения и анализа фазовых состояний применение условных вегетативных рефлекс-

сов, особенно классического слюнного рефлекса. Последний позволяет наиболее точно связать количественный показатель условнорефлекторной реакции с силой раздражителя, а в комплексе с другими реакциями составить более полное объективное представление о состоянии высшей нервной деятельности при явлениях умственного утомления.

На основании лабораторных данных И. П. Павлов расположил патофизиологические явления, которые лежат в основе невротических симптомов, в известный ряд по степени их тяжести, причем в начале этого ряда находятся различные фазовые состояния, главным образом гипнотические фазы охранительного торможения.

И. П. Павлов считал, что фазовые состояния бывают и у здоровых животных и людей при гипнотических состояниях, возникающих как физиологическая защитная реакция. Симптомы, в основе которых лежат фазовые явления, И. П. Павлов считал менее тяжелыми и более доступными лечению вследствие того, что они являются выражением охранительного торможения. Он придавал исключительно большое значение изучению фазовых состояний в клинике.

Кроме фазовых состояний, большую роль играют явления инертности нервных процессов — раздражительного и тормозного. Симптомы, обусловленные инертностью, по И. П. Павлову, наиболее трудны для излечения. Именно инертность, по-видимому, находится в основе невротических клинических симптомов. Инертность всегда указывает на патологию. Поэтому И. П. Павлов специально ввел понятие патологической инертности нервных процессов. По мнению Б. Н. Бирмана (1950), фазовые состояния и патологическая инертность пронизывают всю функциональную патологию, но особенно резко патологическая инертность выступает в неврозе навязчивых состояний.

Как мы увидим дальше, длительные при определенных условиях, но легко устранимые гипнотические фазовые состояния не являются клинической патологией, а нормальной защитной реакцией детского организма на систематическое утомление, которое часто встречается.

Поставленный И. П. Павловым вопрос о физиологической природе состояний больших полушарий во время скрытого периода развивающегося невроза, когда нарушения высшей нервной деятельности возникают через некоторое время после вызвавших их болезненных воздействий, остался невыясненным.

Методика исследования

С целью изучения корковой динамики при умственном утомлении школьников нами была применена классическая секреторно-двигательная методика условных рефлексов, разработанная для ребенка Н. И. Красногорским. Давая возможность вести количественный анализ

нервных процессов при помощи точно учитываемой слюнной реакции, имеющей произвольный характер, эта методика позволяет на основании «закона силы» объективно устанавливать состояние больших полушарий, характер фазовых изменений. С помощью этой методики И. П. Павлов и его сотрудники открыли основные физиологические механизмы и закономерности работы головного мозга животных. Исчерпывающе эта методика и технические подробности устройства аппаратуры изложены в книгах Н. И. Красногорского в специальных главах о методике исследования условных рефлексов у детей¹. Поэтому мы укажем здесь лишь принципиальные положения этой методики и ее особенности, характеризующие настоящую работу.

Начав эти исследования в 1953 г. на базе детского дома, мы впоследствии продолжили их в специально оборудованной и оснащенной современной электрофизиологической аппаратурой нейрофизиологической лаборатории, организованной в школе-интернате, при помощи проф. Г. Н. Сперанского, постоянная консультация которого как выдающегося клинициста-педиатра была чрезвычайно полезна и ценна для этой работы.

Вначале мы регистрировали двигательный рефлекс открывания рта. Этот пищевой пирамидный рефлекс может быть хорошо записан в нормальных условиях при длительном наблюдении ребенка. Под подбородок ребенка с помощью специального приспособления укрепляется плоский резиновый баллон, соединенный воздушной передачей с мареевской капсулой. Движения рта в наших опытах регистрировались чернильной записью на бумажной ленте электрокимографа.

Для регистрации секреции околоушных слюнных желез у детей были применены серебряные вакуумные аппараты К. С. Лешли — Н. И. Красногорского: диаметр 10 мм, высота 2 мм, промежуток между внутренней и внешней стенкой 0,5 мм (такой маленький промежуток позволил нам предупредить сильное втягивание в аппарат слизистой оболочки, т. е. травматизацию последней). Аппарат, состоящий из двух камер, накладывался на проток околоушной железы и присасывался к слизистой оболочке небольшим отрицательным давлением воздуха в наружной камере. Внутренняя камера служила для сбора слюны и соединялась посредством водяной системы с каплеотметчиком, где каждая капля замыкала электрическую цепь и вызывала электрический импульс, который передавался на электромагнитный писчик, регистрировавший каплю

¹ Н. И. Красногорский. О методике исследования условных рефлексов у детей. В кн.: Труды по изучению высшей нервной деятельности человека и животных. Т. I. Медгиз, М., 1954, стр. 227—246. Он же. Методики исследования высшей нервной деятельности детей. В кн.: Высшая нервная деятельность ребенка. Медгиз, Л., 1958, стр. 13—25.

в виде черточки на ленте электрокимографа. Прибор для изучения условных рефлексов, с которым мы работали в детском доме, был сконструирован портативно и помещался в патефонном чемоданчике. Он состоял из электрокимографа, панели с семью электромагнитными и одним пневматическим писчиками, электроотметчика времени, усилительного устройства для регистрации капель слюны, пульта электрического управления световыми и звуковыми сигналами, трансформаторов и селеновых выпрямителей.

При выработке условных реакций пищевым подкреплением служила клюква в сахарной пудре, специально приготавливаемая фабрикой «Ударница» (диаметр клюквы 1,5 см). Для автоматической подачи в рот ребенка клюквы в сахаре была сконструирована бесшумная электромагнитная подавалка, устанавливаемая над ртом ребенка. Экспериментатор мог наблюдать ребенка через маленькое окно.

Впоследствии исследования были перенесены из детского дома в школу-интернат в специально оборудованную нейрофизиологическую лабораторию, имевшую камеру для исследования условных рефлексов и для изучения электрической активности головного мозга у детей.

На 15-канальном электроэнцефалографе фирмы «Альвар электроник» в качестве специальной приставки была спонтирована секреторно-двигательная методика условных рефлексов. Секреция отмечалась на 10-м канале электроэнцефалографа, а двигательная реакция открывания рта с помощью пьезодатчика под подбородком—на 9-м канале электроэнцефалографа, на 14-м канале (для чего использовалось приспособление французского фотофоностимулятора) отмечались начало и конец раздражений, а также момент подкрепления.

Методика с регистрацией секреторных и двигательных пищевых рефлексов по Красногорскому была модифицирована и дополнена нами параллельной записью еще трех неспецифических вегетативных компонентов пищевой реакции: а) дыхательного при помощи пьезодатчика, крепящегося на груди резиновой лентой (на 11-м канале); б) сосудистого в форме пальцевой плетизмограммы при помощи специальной фотоэлектрической плетизмографической приставки фирмы «Альвар электроник»—амплитуда регистрируемой плетизмограммы была обратно пропорциональна величине расширения сосудов (на 12-м канале); в) кожно-гальванического, регистрируемого по И. Р. Тарханову (1889) с тыльной и ладонной поверхности кисти руки при помощи усилителя переменного тока электроэнцефалографа (на 13-м канале).

В качестве условных раздражителей сначала (в детском доме) использовались: сильный электрический звонок (90 децибел), зуммер средней силы (50 децибел), экранированный свет красной, зеленой и синей лампочек (каждая из которых давала освещенность глаз около 60 люкс), касалка. Позднее (в школе-интернате) стереотип раздражите-

лей был упрощен и сведен к следующим трем: сильный раздражитель — прерывистый звук частотой 7 герц, имеющий характер звуковых щелчков (70 децибел), слабый раздражитель — экранированный и подаваемый через осветитель с конденсером свет красной и зеленой лампочек (освещенность 40 люкс).

Во время исследования ребенок лежал, что в огромной степени уменьшало потоки кинестезических возбуждений. Это способствует, как отмечает Н. И. Красногорский, постоянству получаемых результатов. Методика давала возможность точно регистрировать секреторную и двигательную реакции, измерять их скрытые периоды, количественно учитывать условное слюноотделение, взаимно контролировать влияние секреторных и двигательных рефлексов друг на друга.

В детском доме систематически в течение длительного времени было обследовано 22 мальчика в возрасте от 7 до 14 лет, в школе-интернате такому же систематическому обследованию было подвергнуто 18 детей (мальчиков и девочек) в возрасте от 11 до 15 лет. Всего было проведено свыше 1000 комплексных исследований высшей нервной деятельности у 40 детей.

Необходимо особо подчеркнуть, что только специальное детское учреждение, а именно школа-интернат, дает возможность круглосуточно учитывать режим дня здорового ребенка, все его умственные и физические нагрузки, создавая наиболее благоприятные возможности регистрации изменений реактивности ребенка в течение всего дня по ряду физиологических показателей и характеру его поведения.

Исследованные нами дети специально обследовались в детской поликлинике специалистами: педиатром, психоневрологом, окулистом и отоларингологом, каждому из них производили анализы крови, мочи, кала, рентгеноскопию органов грудной клетки, реакции Пирке и Манту, термометрию, по показаниям консультировали с детским отделением туберкулезной клиники, руководимой проф. М. П. Похитоновой. Вместе с тем все дети находились под постоянным врачебным наблюдением врача-педиатра. В результате всех этих обследований было надежно установлено, что дети здоровы.

Задача, поставленная перед нами, требовала систематического изучения в течение многих месяцев динамического стереотипа, который точно характеризуется силовыми отношениями условнорефлекторных ответов. Чтобы избежать маскировки «закона силы» выработкой рефлекса на время, мы варьировали интервалы между подачей условных раздражителей в определенных пределах, но интервал после подкрепления был не меньше 3 минут.

Чтобы избежать проявления относительного закона силы в связи с разным подкреплением, в качестве подкрепления было использовано одинаковое количество клюквы в сахаре. Эта порция равнялась 4 шту-

кам сахарной клюквы (диаметром 1,4—1,5 см) и была, как показали многочисленные наши исследования, наиболее оптимальной для подавляющего большинства детей. Работами Н. И. Красногорского (1954) было установлено, что величины условных рефлексов у детей в течение первого часа после еды, особенно в первые полчаса, бывают резко пониженными, а тормозные рефлексы — несколько расторможены. Однако это понижение пищевой возбудимости продолжается недолго. Уже в течение второго часа пищеварения условные рефлексы достигают нормальной величины, а задерживающая функция тормозных рефлексов полностью восстанавливается. В течение третьего часа пищеварения условные рефлексы остаются на том же уровне. Поэтому мы, как правило, ставили исследования в течение третьего, а иногда четвертого часа после еды.

В этих условиях мы вырабатывали динамический стереотип, используя сперва совпадающие сочетания, отставляя при этом условный раздражитель (время его изолированного действия) на 5 секунд от безусловного. Применяя отставление условных рефлексов на 30 секунд, как это принято в лабораториях, руководимых Н. И. Красногорским, мы начинали и кончали исследование обязательно совпадающим условным раздражителем, чтобы не нарушать характер динамического стереотипа и избежать развития запаздывающего торможения. Перечисленные методические условия создавали у нас уверенность, что всякое колебание величины условных рефлексов, нарушение их правильных силовых отношений мы будем иметь право отнести за счет фазовых изменений деятельности больших полушарий, вызванных режимом учебной нагрузки.

Тщательный учет умственной нагрузки, произведенный в 1953/54 учебном году у учащихся детей в школе и в детском доме, показал следующее. Дети 7—8 лет занимались в течение 7—8 часов в день (уроки и домашние занятия), дети 10 лет занимались 8—9 часов, а дети 13—14 лет—10—12 часов в сутки (Пратусевич, 1955).

В школе-интернате общий объем умственной работы классных и домашних занятий в 1958/59 учебном году у детей 11—12 лет был 8—9 часов, у детей 13—15 лет—от 9 до 10 часов в день. Указанный режим систематически вызывал признаки переутомления, на которые мы указывали в первой главе.

Экспериментальное изучение корковой нейродинамики при умственном утомлении детей

С самого начала мы столкнулись с фактом, что нам не удастся выработать правильные силовые отношения между раздражителями и условнорефлекторными ответами слюнных желез. Применяемый нами стереотип имел один сильный раздражитель (звонок), один средней

силы (зуммер¹), четыре слабых (свет красный, зеленой, синей лампочек и касалка). Как правило, у детей, обучающихся в первую и вторую смены, мы наблюдали явления торможения различной степени интенсивности и распространенности. Исследования, которые проходили во второй половине дня, обнаруживали явления торможения в большей степени, чем в первой половине дня.

Представляю протокол трех различных исследований Коли С., 13 лет, обучавшегося во вторую смену (табл. 1).

Таблица 1

Протоколы исследования Коли С., 13 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 16, 25/IV

13 час. 39 мин. 08 сек.	44	Зуммер	7	0,4	0,6	+
45 » 45 »	12	Звонок	10	0,8	1,1	+
51 » 08 »	7	Синий свет	1	Нет	17,8	0
52 » 20 »	25	Красный »	9	0,5	1,2	+
58 » 30 »	13	Зеленый »	8	0,4	1,7	+

Исследование 19, 5/V

12 час. 16 мин. 20 сек.	50	Зуммер	7	0,6	0,6	+
21 » 30 »	15	Звонок	9	0,1	1,3	+
26 » 21 »	12	Синий свет	1	Нет	18,2	0
34 » 06 »	5	Касалка	9	0,4	1,1	+
37 » 46 »	13	Синий свет	2	Нет	7,0	0
39 » 58 »	16	Зеленый »	8	0,1	1,6	+

Исследование 23, 14/V

13 час. 06 мин. 16 сек.	1	«Гудит гудок» ²	7	1,0	2,1	+
11 » 33 »	1	«Звенит звонок»	11	0,7	1,7	+
15 » 49 »	1	«Горит синий свет»	4	3,1	4,7	0
17 » 20 »	1	«Горит красный свет»	6	1,1	2,6	+
23 » 31 »	1	«Работает касалка»	8	0,7	2,4	+
26 » 43 »	2	«Горит синий свет»	1	Нет	14,0	0
28 » 05 »	1	«Горит зеленый свет»	8	1,5	1,3	+

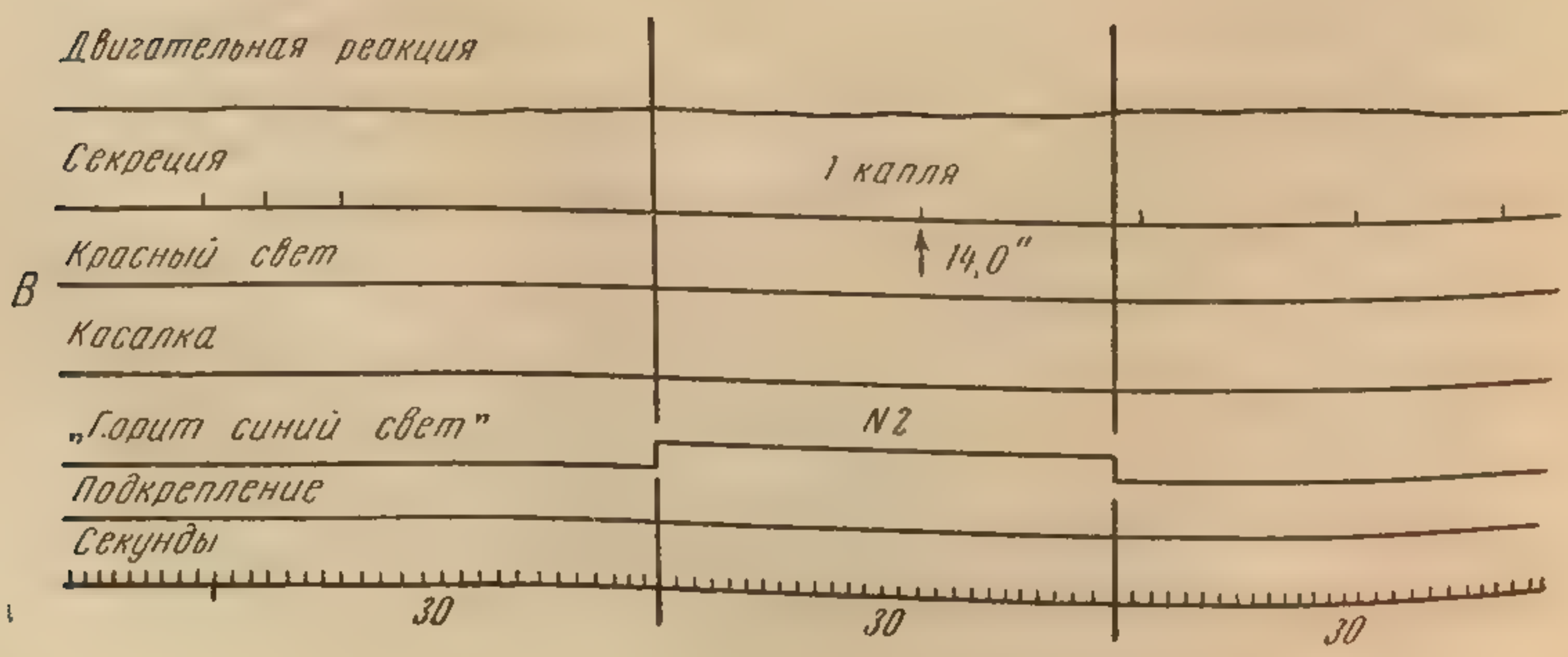
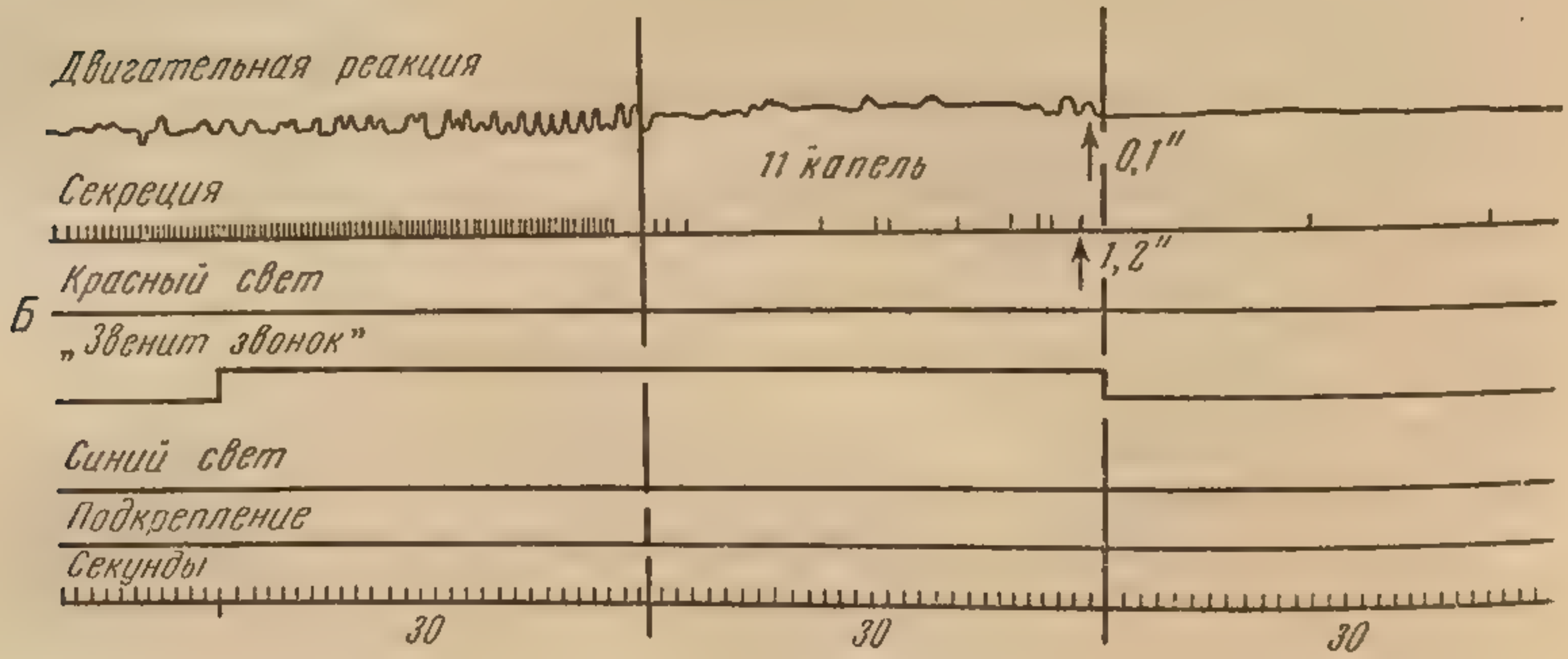
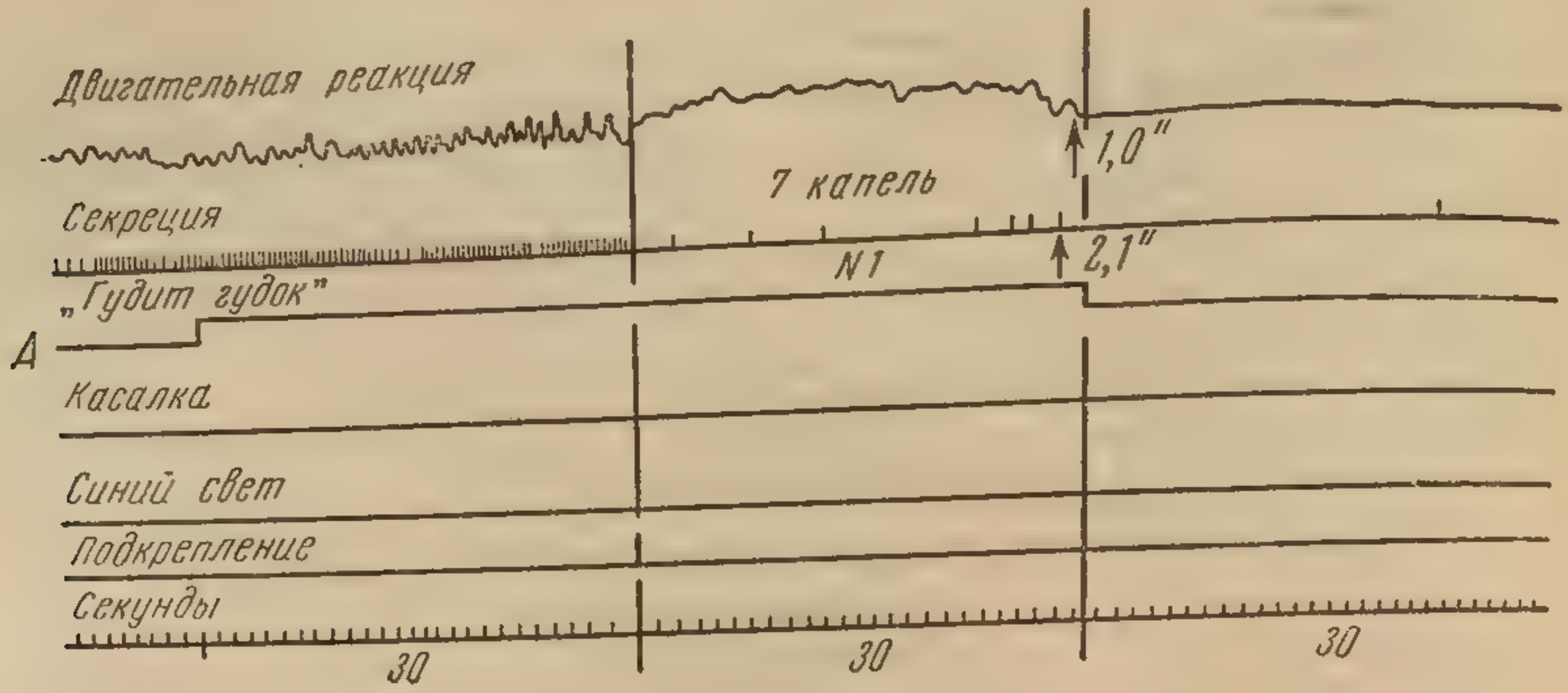
¹ Зуммер издавал звук гудка.

² В кавычках обозначены словесные раздражители.

Как видно из табл. 1, секреторные условнорефлекторные ответы у этого мальчика на непосредственные раздражители носят неадекватный характер. В исследовании 16 при 44-м применении положительного раздражителя зуммера (средней силы) выделилось 7 капель условнорефлекторной слюны, а применение слабого раздражителя (красный свет) вызвало 9 капель, на другой слабый раздражитель (зеленый свет) получено 8 капель. Правда, сильный раздражитель (звонок) вызвал 10 капель, но мы не видим здесь оптимальной возбудимости. Далее в протоколе приведено исследование 19, имевшее место через 10 дней. Снова зуммер вызвал 7 капель, а слабые раздражители (касалка и зеленый свет)—соответственно 9 и 8 капель, сильный раздражитель (звонок) тоже вызвал 9 капель. Дифференцируемый раздражитель (синий свет) имеет достаточное тормозное действие. Сравнивая средний и слабый раздражители, можно говорить о парадоксальном характере реагирования. Такие явления у данного мальчика, хорошо развитого, уравновешенного, быстрого и любознательного, имевшего хорошую успеваемость, мы наблюдали систематически в течение многих и многих исследований.

Желая проверить состояние совместной работы первой и второй сигнальных систем, адекватность силовых отношений, если раздражительный и тормозной процессы будут распространяться из второй сигнальной системы в первую и оттуда уже в корковое представительство безусловного рефлекса, мы заменили в исследовании 23 весь стереотип непосредственных раздражителей соответствующим ему стереотипом речевых раздражителей. Из протокола опыта (табл. 1) видно, что слова «гудит гудок» с первого же раза вызвали 7 капель условнорефлекторной слюны, а слова «работает касалка» и «горит зеленый свет» дали больший эффект (по 8 капель), хотя первая фраза обозначала более сильный раздражитель, чем последующие. При первом применении слов, замещающих тормозной раздражитель,—«горит синий свет» получено 4 капли и двигательная реакция была с относительно большим скрытым периодом (3,1 секунды). Однако в этом же исследовании при втором применении отрицательного речевого сигнала «горит синий свет» получена одна капля на фоне промежуточной секреции 3 капли (рис. 4, в), т. е. четкая дифференцировка. Наглядно этот опыт видно из приводимых кимограмм Коли С. (рис. 4).

Таким образом, в исследованиях Коли С. мы постоянно видели изменения правильных силовых отношений, напоминающие парадоксальную реакцию. Это характеризовало корковую деятельность как при применении стереотипа непосредственных раздражителей, так и при однозначном стереотипе речевых раздражителей. Сопоставляя эти исследования с данными, полученными Т. П. Фуфлыгиной (1953) на двигательных реакциях, мы можем отметить, что при появлении фазовых



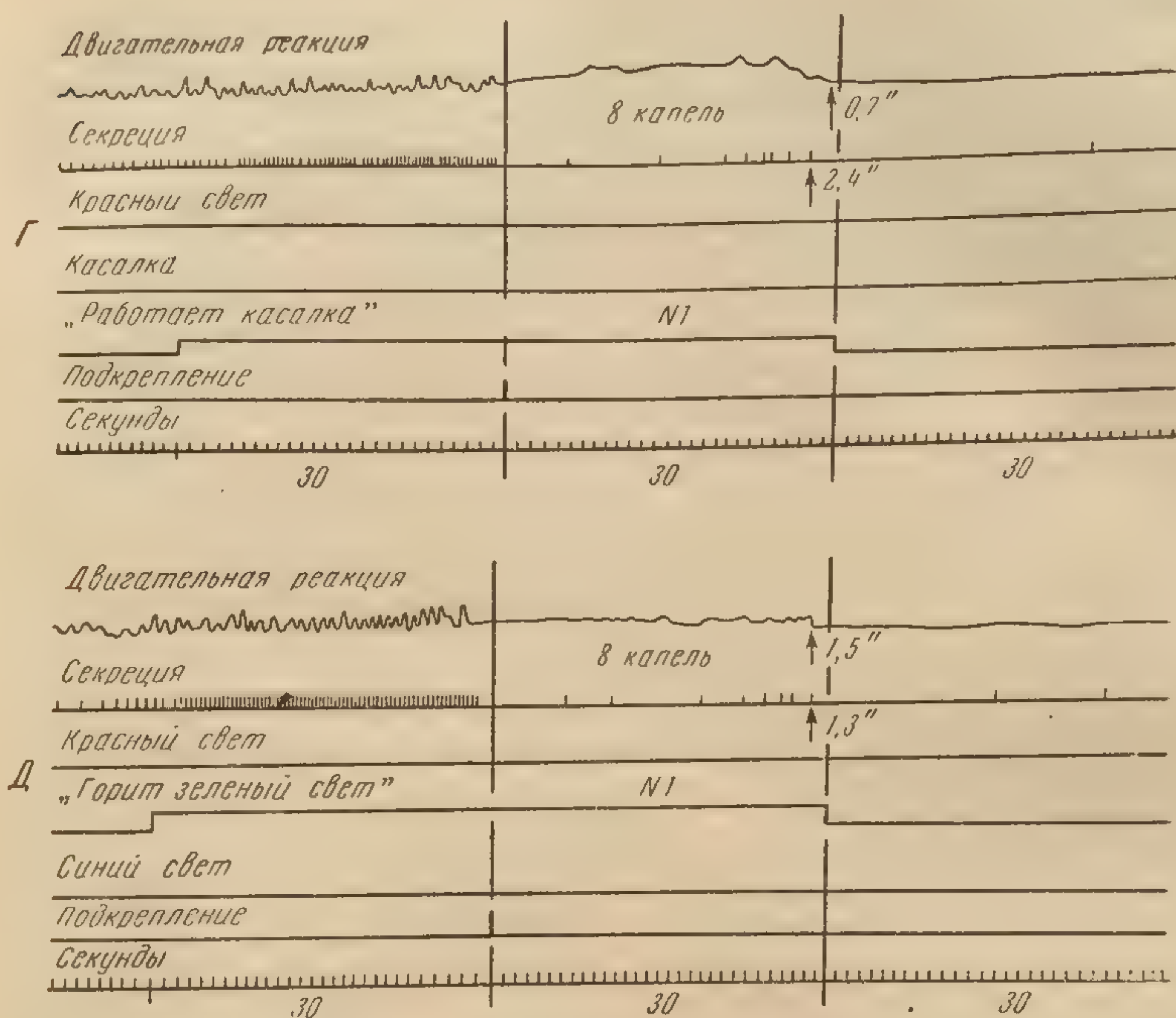


Рис. 4. Условные рефлексy при замене непосредственных сигналов речевыми у Коли С., 14 лет (опыт 23, 14/V).

А — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «гудит гудок»; Б — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «звенит звонок»; В — тормозной условный рефлекс на речевой сигнал «горит синий свет»; Г — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «работает касалка»; Д — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «горит зеленый свет». Рис. 4—5 читать справа налево.

явлений уже нет полной адекватности условных рефлексов при распространении раздражительного и тормозного процессов из второй сигнальной системы в первую и далее в подкорку. Если нельзя точно указать, изменение возбудимости каких структур в первой и второй сигнальных системах обуславливают эту реакцию, то можно считать, что соответствие условных секреторных реакций «закону силы» является показателем оптимальной возбудимости больших полушарий и нижележащих обра-

зований мозга ребенка независимо от того, как получают условные рефлексы: при помощи непосредственного или однозначного ему речевого стереотипа раздражителей (Пратусевич, 1954).

При исследовании мальчика Володи В., 14 лет, мы столкнулись со следующим характерным явлением. Мальчик этот, находясь в условиях режима детского дома и испытывая перегрузку в учебных занятиях, был несколько вялым, медлительным, учился посредственно, получая, как правило, тройки. Он жаловался на перегрузку домашними заданиями, над которыми сидел по много часов. Динамический стереотип в этих условиях у него вырабатывался с большим трудом, силовые отношения секреторных условных рефлексов обнаруживали резкие колебания, не соответствовали «закону силы», были крайне неустойчивы. Только к 27-му опыту нам удалось получить неустойчивый стереотип, но дифференцировка (синий свет) к положительным сигналам (красный и зеленый свет) упорно не образовывалась. Хронические фазовые состояния различной степени интенсивности и экстенсивности были характерны для Володи В. Представляем выборочно протоколы 9 исследований этого мальчика, из которых видны колебания и неустойчивость динамического стереотипа на протяжении многих месяцев (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что в исследовании 27 условнорефлекторные ответы имеют неадекватный характер. Так, дифференцируемый раздражитель (синий свет) при 28-м и 29-м применениях вызвал отделение 4 и 3 капель условной слюны, а положительный сигнал (красный свет) — лишь 2 капли, слабый раздражитель (зеленый свет) — 5 капель, раздражитель же средней силы (зуммер) — лишь 3 капли условной слюны. Отсутствовала дифференцировка и при 36-м применении тормозного сигнала (синий свет), когда выделилось 4 капли слюны (исследование 32). В этом же опыте на зуммер и касалку (22-е применение) выделилось по 6 капель, хотя перед этим касалка (21-е применение) вызвала условный эффект всего в 3 капли, т. е. меньше, чем на синий свет.

В исследовании 39 лишь при 51-м дифференцировании синего света был получен тормозной эффект (одна капля). Вместе с тем в этом исследовании явно существует тормозная парадоксальная фаза в больших полушариях: на зуммер выделилась одна капля условной слюны, а на красный свет, зеленый свет и касалку соответственно 3, 7, 4 капли.

Несмотря на длительность фазовых состояний, которые постоянно имелись у этого мальчика в связи с большой учебной нагрузкой, они сравнительно легко могут быть устранены, если ребенку дать отдохнуть. Об этом убедительно свидетельствует исследование 44. В этот день после 5 уроков в школе и 3 часов выполнения домашних заданий мы отправили Володю играть на чистый воздух (играл в лапту). После этого, спустя 1½ часа, условные рефлексы были вполне достаточные для данного ребенка и их силовые отношения соответствовали «закону

Таблица 2

Протоколы исследования Володи В., 14 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 27, 23/X

18 час. 49 мин. 32 сек.	37	Зуммер	3	0,1	0,9	+
53 » 30 »	28	Синий свет	4	Нет	4,2	0
54 » 30 »	67	Красный »	2	0,6	4,0	+
58 » 50 »	46	Зеленый »	5	0,1	2,5	+
19 час. 02 » 00 »	29	Синий »	3	Нет	4,0	0
03 » 00 »	11	Касалка	3	0,5	0,8	+

Исследование 32, 3/XI

17 час. 24 мин. 45 сек.	47	Зуммер	6	0,1	0,8	+
28 » 20 »	36	Синий свет	4	Нет	9,8	0
34 » 11 »	53	Зеленый »	5	0,2	1,2	+
37 » 17 »	37	Синий »	4	Нет	3,6	0
39 » 00 »	21	Касалка	3	0,1	0,9	+
43 » 00 »	22	»	6	0,4	1,9	+

Исследование 39, 19/XI

18 час. 55 мин. 00 сек.	61	Зуммер	1	0,3	0,9	+
19 » 00 » 00 »	51	Синий свет	1	Нет	4,7	0
04 » 30 »	72	Красный »	3	0,4	2,4	+
08 » 35 »	65	Зеленый »	7	0,1	1,1	+
14 » 20 »	33	Касалка	4	0,5	1,9	+

Исследование 44, 28/XI (перед исследованием 1½ часа отдыхал)

19 час. 30 мин. 10 сек.	71	Зуммер	7	0,4	1,0	+
33 » 34 »	60	Синий свет	2	Нет	7,1	0
35 » 13 »	61	» »	2	»	12,8	0
37 » 15 »	77	Красный »	6	0,7	0,9	+
40 » 58 »	70	Зеленый »	3	0,6	1,1	+
49 » 36 »	43	Касалка	5	0,4	2,0	+

Исследование 45, 3/XII

16 час. 40 мин. 35 сек.	73	Зуммер	6	0,4	1,3	+
43 » 43 »	62	Синий свет	1	Нет	19,7	0
47 » 17 »	78	Красный »	6	0,3	2,3	+
50 » 30 »	71	Зеленый »	5	0,2	1,2	+
52 » 45 »	44	Касалка	5	0,8	2,3	+

Продолжение

Время	№ разд- раже- ния	Условный раздражитель	Услов- ное слюно- отде- ление в кап- лях за 30 се- кунд	Скрытый период двигатель- ного реф- лекса в се- кундах	Скры- тый пе- риод услов- ной секре- ции в секун- дах	Под- крепле- ние
-------	-------------------------	-----------------------	---	---	---	------------------------

Исследование 52, 17/XII

18 час. 23 мин. 30 сек.	86	Зуммер	5	0,3	1,2	+
27 » 57 »	85	Красный свет	5	0,8	2,1	+
32 » 58 »	75	Синий »	1	Нет	29,5	0
37 » 28 »	79	Зеленый »	3	0,1	1,1	+
40 » 22 »	56	Касалка	5	0,4	1,3	+

Исследование 54, 21/XII

18 час. 50 мин. 35 сек.	88	Зуммер	2	0,3	1,3	+
54 » 25 »	87	Красный свет	1	0,3	10,3	+
57 » 17 »	77	Синий »	1	Нет	16,5	0
59 » 00 »	81	Зеленый »	1	0,6	1,7	+
19 час. 02 » 00 »	62	Касалка	3	0,6	4,8	+
09 » 16 »	63	»	1	1,0	2,3	+
12 » 39 »	6	Звонок (5 секунд) + касалка (30 се- кунд)		Нет	29,1	0

Исследование 71, 27/I

18 час. 50 мин. 50 сек.	110	Зуммер	7	0,1	1,5	+
57 » 20 »	103	Красный свет	7	0,5	1,3	+
19 час. 00 » 33 »	96	Зеленый »	3	0,2	2,3	+
03 » 45 »	99	Синий »	2	Нет	23,9	0
08 » 20 »	97	Касалка	5	0,4	1,2	+
11 » 55 »	32	Звонок (5 секунд) + касалка (30 се- кунд)	2	Нет	7,8	0

Исследование 107, 31/III

13 час. 51 мин. 56 сек.	2	«Гудит гудок»	6	0,3	2,0	+
55 » 52 »	2	«Горит красный свет»	5	0,2	1,9	+
14 час. 00 » 13 »	3	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
02 » 08 »	2	«Горит зеленый свет»	7	0,1	1,1	+
06 » 12 »	2	«Работает касалка»	7	0,1	0,7	+

силы». Но при продолжении исследований без специального организованного отдыха на чистом воздухе вновь отмечались нарушения «закона силы». В исследовании 45 зуммер и красный свет вызвали по 6 капель, зеленый свет и касалка по 5 капель. В исследовании 52 выступает уравнительная фаза: зуммер, красный свет и касалка вызвали по 5 капель условной слюны. В исследовании 54 условные рефлекс резко понижены и силовые отношения также нарушены, характер условных рефлекс неустойчивый. Зуммер вызвал 2 капли, красный, зеленый свет по одной, т. е. столько же, сколько дифференцировка синий свет, касалка — 3 капли, но спустя 7 минут касалка вызвала одну каплю, столько же было при применении условного тормоза: звонок (5 секунд) плюс касалка (30 секунд).

Нарушения правильных силовых отношений имелись и в других исследованиях, проводившихся при явлениях умственного утомления (например, исследование 71).

Проба замены стереотипа непосредственных раздражителей обозначающим его речевым стереотипом (исследование 107), как видно из табл. 2, также свидетельствовала о нарушении правильных силовых отношений условных секреторных рефлекс. Слова «гудит гудок» вызвали 6 капель условной слюны, а слова «горит зеленый свет», «работает касалка» — по 7 капель.

Таким образом, из приведенных протоколов явно выступают фазовые явления в больших полушариях у Володи В. в течение недель и даже месяцев. Выраженность и распространенность этих явлений по большим полушариям были различны. Но вместе с тем, если при неврозах, как показали многочисленные работы школы Н. И. Красногорского (Красногорский, 1926, 1927, 1958; Деревщикова, 1927; Левин, 1933), фазовые изменения в больших полушариях ребенка инертны, застойны, их устранение чрезвычайно трудно, требует упорного систематического лечения и специального лечебного режима в течение длительного времени, то фазовые состояния, вызванные школьным утомлением, как показало исследование Вовы В. (опыт 44), легко преодолевается при соответствующих режимных мероприятиях. Специально этому будет посвящена глава IX. Наши исследования в лаборатории, руководимой Н. И. Красногорским, условных рефлекс у детей, больных истерией, в условиях клиники также показали исключительное упорство фазовых явлений у истериков: или вообще не удавалось образовать условные секреторные рефлекс или они были очень неустойчивы и их величина не превышала 1—2 капель, а дети были подвержены гипнотическим состояниям, развивавшимся очень легко.

Рассмотрим протоколы исследования условных рефлекс Вени К., 10 лет (табл. 3). Мальчик жизнерадостный, уравновешенный, с хорошей школьной успеваемостью. Занимался во вторую смену, в связи с чем

Таблица 3

Протоколы исследований Вени К., 10 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 3) секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 21, 31/XII

18 час. 40 мин. 00 сек.	66	Зуммер	5	0,1	0,1	+
43 » 15 »	28	Синий свет	1	Нет	23,0	0
46 » 45 »	46	Звонок	5	0,1	0,7	+
50 » 21 »	29	Синий свет	0	Нет	—	0
51 » 51 »	13	Зеленый »	4	0,3	1,7	+

Исследование 26, 3/II

20 час. 05 мин. 26 сек.	76	Зуммер	9	0,1	1,1	+
09 » 30 »	36	Синий свет	2	Нет	11,2	0
14 » 49 »	56	Звонок	9	0,1	1,1	+
24 » 54 »	37	Синий свет	2	Нет	7,9	0
31 » 01 »	21	Зеленый »	9	0,1	1,0	+

Исследование 28, 12/II

20 час. 07 мин. 01 сек.	80	Зуммер	5	0,1	2,0	+
12 » 20 »	39	Синий свет	2	Нет	5,8	0
14 » 05 »	59	Звонок	5	0,1	1,5	+
18 » 43 »	23	Зеленый свет	5	Нет	0,7	+
27 » 00 »	3	Касалка	4	0,1	1,7	+

Исследование 32, 17/II

13 час. 20 мин. 05 сек.	88	Зуммер	5	0,1	3,1	+
25 » 35 »	64	Звонок	5	0,1	0,2	+
28 » 42 »	65	»	6	0,1	1,1	+
32 » 28 »	47	Синий свет	0	Нет	—	0
34 » 54 »	27	Зеленый »	5	0,6	2,4	+
39 » 35 »	10	Касалка	5	0,6	1,2	+

Исследование 34, 25/II

12 час. 43 мин. 00 сек.	91	Зуммер	6	0,3	1,7	+
49 » 30 »	66	Звонок	7	0,1	3,0	+
53 » 23 »	67	»	6	0,1	1,5	+
57 » 40 »	50	Синий свет	1	Нет	19,1	0
58 » 55 »	29	Зеленый »	6	0,1	2,1	+
13 час. 05 » 15 »	13	Касалка	5	0,4	1,9	+
08 » 35 »	14	»	4	0,2	1,9	+

Время	№ раз-драже-ния	Условный раздражитель	Услов-ное слюно-отде-ление в кап-лях за 30 се-кунд	Скры-тый пе-риод двига-тельно-го реф-лекса в секун-дах	Скры-тый пе-риод услов-ной секре-ции в се-кундах	Под-крепле-ние
-------	-----------------	-----------------------	--	--	--	----------------

Исследование 44, 18/III

19 час. 51 мин. 30 сек.	3	«Гудит гудок»	2	0,3	1,5	+
56 » 05 »	4	«Гудит гудок»	4	0,3	1,6	+
59 » 57 »	3	«Звенит звонок»	5	0,2	1,1	+
20 час. 04 мин. 52 сек.	3	«Горит синий свет»	1	Нет	27,2	0
06 » 48 »	2	«Горит зеленый свет»	6	0,2	1,5	+
10 » 41 »	4	«Горит синий свет»	1	Нет	12,7	0
20 час. 12 мин. 20 сек.	2	«Работает касалка»	6	0,3	1,4	+
17 » 25 »	34	Касалка	5	0,1	1,5	+

Исследование 45, 19/III

12 час. 40 мин. 57 сек.	5	«Гудит гудок»	7	0,3	1,3	+
45 » 02 »	4	«Звенит звонок»	6	0,1	0,3	+
49 » 27 »	4	«Горит синий свет»	2	1,3	3,3	0
51 » 57 »	3	«Горит зеленый свет»	5	0,3	1,7	+
13 час. 02 мин. 27 сек.	3	«Работает касалка»	3	0,2	1,3	+
06 » 02 »	35	Касалка	5	0,1	2,0	+

Исследование 46, 20/III

19 час. 50 мин. 43 сек.	6	«Гудит гудок»	7	0,2	2,0	+
54 » 08 »	5	«Звенит звонок»	7	0,1	1,0	+
59 » 09 »	6	«Горит синий свет»	1	Нет	15,0	0
20 час. 00 » 18 »	4	«Горит зеленый свет»	10	0,6	3,0	+
04 » 50 »	7	«Горит синий свет»	1	Нет	12,7	0
6 » 48 »	4	«Работает касалка»	6	0,1	1,3	+
10 » 43 »	6	«Звенит звонок»	6	0,1	1,2	+

исследования проходили или перед обедом после выполнения утром домашних заданий или перед ужином после школьного дня.

Из табл. 3 видно, что в приведенных протоколах 8 исследований мы встречаемся с нарушением «закона силы» в силовых отношениях условных слюнных рефлексов. У этого мальчика выработать дифференцировку на синий свет удалось лишь при 23-м применении, предъявляя ее 3 раза подряд в 18-м опыте. Но и затем она была неустойчивой. Так, в исследовании 21 синий свет вызвал одну каплю при 28-м применении, а при 33-м применении — 4 капли. Но затем дифференцировка стала

прочной. В приведенном исследовании 21 имеется тормозная уравни-
тельная фаза: зуммер, звонок, зеленый свет вызывают по 5—4 капли
условной слюны. Такую же уравнительную фазу мы видим в исследо-
вании 26, но тут уже, пожалуй, правильнее говорить о уравнительной
фазе на более высоком уровне: зуммер, звонок, зеленый свет вызывают
условный рефлекс в 9 капель. Как мы увидим дальше, при сокращении
домашних заданий и последующем организованном отдыхе на чистом
воздухе условный рефлекс на звонок будет достигать 15 капель. Поэтому
возникает вопрос: правомерно ли считать, что в этом исследовании
имеется уравнительная эксцитаторная фаза? Во всяком случае уравни-
тельная фаза налицо.

В исследовании 28 также имеется уравнительная фаза, но, конечно,
тормозной природы: зуммер, звонок, зеленый свет, касалка вызывают
рефлекс в 5 капель. Примерно такая же фаза имеется в исследовании 34:
зуммер, звонок, зеленый свет вызывают по 6 капель, касалка—5 капель.

Замена стереотипа непосредственных раздражителей обозначаю-
щим его стереотипом речевых раздражителей (исследования 44, 45, 46)
выявила парадоксальные силовые отношения. Сначала мы производили
замену лишь отдельных раздражителей в стереотипе, а в исследовании
44 заменили речевым весь стереотип. Оказалось, что на речевой сигнал
«гудит гудок» выделилось 2 и 4 капли, на слова «звенит звонок»—5 ка-
пель, а на слова «горит зеленый свет», «работает касалка»—по 6 капель.
Дифференцируемый раздражитель «горит синий свет» вызвал тормоз-
ной эффект — одна капля. В следующем опыте также наблюдалось
извращение силовых отношений: слова «гудит гудок» вызвали условный
эффект в 7 капель, а «звенит звонок»—6 капель. Наконец, в исследова-
нии 46 речевые раздражители «гудит гудок» и «звенит звонок» вызвали
по 7 капель условной слюны, а речевой раздражитель «горит зеленый
свет»—10 капель.

Протоколы Вени К. демонстрируют нам, что при применении непосред-
ственных раздражителей мы имели преимущественно одинаковые
эффекты на все раздражители (уравнительную фазу), а при замене
стереотипа непосредственных раздражителей однозначным речевым сте-
реотипом наблюдали преимущественно парадоксальную фазу в больших
полушариях ребенка. Важно подчеркнуть, что величины условных реф-
лексов все время колебались, т. е. динамический стереотип вследствие
фазовых изменений возбудимости коры головного мозга был не-
устойчивым.

Колебания условнорефлекторной деятельности, характер и интен-
сивность фазовых изменений в коре головного мозга ребенка, легкость
выведения из фазовых состояний, характер поведения при одинаково-
больших учебных нагрузках безусловно зависят от силы, уравновешен-
ности, подвижности основных нервных процессов, т. е. того, что

И. П. Павлов обобщил в категорию типа высшей нервной деятельности. Если тип нервной системы, как указывает И. П. Павлов, есть приращенный конституциональный вид нервной деятельности (генотип), то тип высшей нервной деятельности, т. е. окончательная наличная нервная деятельность, есть сплав из черт типа и изменений, обусловленных внешней средой (фенотип). Естественно, что ребенок со дня рождения подвергается разнообразнейшим влияниям окружающей обстановки (не только общеприродной, но в первую голову социальной), его постоянно воспитывают, что находит наиболее полное выражение в деятельности второй сигнальной системы ребенка, в его представлениях, нормах, привычках, навыках, а также в социальной детерминированности реакций первой сигнальной системы (мы имеем в виду детей школьного возраста). У Вени К. при утомлении наиболее интенсивные фазовые явления развивались в области второй сигнальной системы, они наблюдались и днем и вечером.

Вместе с тем в реакциях ребенка, особенно в защитных реакциях при учебной перегрузке, когда, несмотря на все разнообразие в работе учителя, на ребенка действует масса одних и тех же раздражений (особенно словесных), т. е. падающих на одни и те же элементы коры, большую роль играет координированное взаимодействие коры и подкорковых отделов. Под влиянием суммации однообразных, пусть даже слабых, раздражений в коре развивается запредельное торможение. И вот здесь большую роль играет подкорковая система, которая выступает как источник силы коры больших полушарий (И. П. Павлов, 1930), определяет их деятельное состояние. У Вени К. и Володи В. большого влияния подкорки мы не наблюдали, устранить фазовые явления в результате перегрузки удалось лишь с трудом.

Полной противоположностью по своему поведению и быстроте реакций предыдущим детям был Алик М., 13 лет.

Очень деятельный, быстрый, с богатыми эмоциями, он был весьма подвижен, любил много бегать и играть в подвижные игры. Речь его очень быстрая, но ясная. Его поведение поддается хорошей речевой регуляции. У него мы наблюдали обильную безусловную секрецию (120—130 капель за 100 секунд, в то же время другие наши дети обычно давали 60—80 капель безусловной слюны на применяемую порцию подкрепления—4 клюквы в сахаре). Промежуточная секреция даже спустя 5—6 минут после безусловного раздражителя у него была обычно 3—4 капли за 30 секунд. Все это указывало на сильную подкорковую систему и относительное преобладание раздражительного процесса, хотя и тормозной процесс у него был сильным, как это показали опыты с речевой регуляцией. По-видимому, используя классификацию типов высшей нервной деятельности у детей, предложенную в последнее время Н. И. Красногорским (1952), его следует отнести к повышенно возбуди-

мому сильному уравновешенному быстрому типу, другими словами — к повышенно возбудимому сангвинику. Мальчик учился во вторую смену (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что в исследовании 13 тормозной раздражитель зеленый свет уже при 4-м применении вызвал тормозной эффект 3 капли (как мы указывали, такой же была и фоновая секреция). Однако сильный раздражитель (звонок) вызвал такой же условный рефлекс, как и средний (зуммер) — 9 капель, а на слабый раздражитель (красный свет) выделилось 11 капель. В известном смысле можно говорить об уравнивании эффектов на раздражители разных интенсивностей. В исследовании 20 условные рефлексы снижены, тормозной сигнал дает хороший тормозной эффект — всего одну каплю, что для этого ребенка является показателем хорошей выраженности торможения. Величины условных рефлексов не соответствуют «закону силы». В исследовании 21 мы можем наблюдать уравнительную эксцитаторную фазу, т. е. уравнительную фазу на высоком уровне (звонок и касалка вызвали по 14 капель, а красный свет — 15 капель условной слюны). В исследовании 24 (в начале зимних каникул после встречи нового года детей усиленно водили в театр, кино и другие зрелищные заведения) мы также наблюдали условные рефлексы, напоминающие нам эксцитаторную фазу: на зуммер выделилось 15 капель, на звонок — 12, на касалку — 14 капель. Правда, на красный свет было 8 капель, но ведь фазовые изменения возбудимости могут охватывать кожный и слуховой анализаторы, оставляя свободным зрительный анализатор, интенсивность же этих изменений возбудимости также может как-то отличаться в разных районах больших полушарий. Уравнительная фаза выступает перед нами и в исследовании 28 (когда начались занятия после зимних каникул): на зуммер, звонок, красный свет, касалку условные рефлексы соответственно были 9, 10, 11, 9 капель. Естественно, вряд ли можно было ждать отдыха нервной системы от каникул, которые были посвящены усиленным хождениям по зрелищам, елкам, спектаклям, кино.

Интересно следующее исследование 30. В нем ясно выступает строгое соответствие величин условных рефлексов «закону силы». На зуммер выделилось 18 капель условной слюны, на звонок — 21 капля, на зеленый свет — 2, на красный свет и касалку — по 13 капель. Здесь имеет место повышение возбудимости выше оптимального уровня: все условные рефлексы повышены, но «закон силы» сохранил свое действие. Приспособительная работа коры остается тонкой и точной, но все корковые реакции протекают на повышенном уровне по сравнению с реакциями в оптимальной фазе. Это так называемая простая эксцитаторная фаза по Красногорскому.

В исследовании 38 мы также видим эксцитаторную (уравнительную) фазу: звонок и красный свет вызвали рефлекс по 15 капель. Интересно,

Таблица 4

Протоколы исследований Алика М., 13 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
Исследование 13, 19/XI						
13 час. 52 мин. 15 сек.	38	Зуммер	9	0,1	2,0	+
57 » 30 »	26	Звонок	9	0,1	1,7	+
14 час. 02 » 15 »	4	Зеленый свет	3	0,1	7,2	0
06 » 00 »	14	Красный »	11	0,1	1,2	+
Исследование 20, 7/XII						
19 час. 45 мин. 21 сек.	50	Зуммер	3	0,1	3,8	+
48 » 41 »	38	Звонок	6	0,4	2,0	+
53 » 25 »	21	Зеленый свет	1	Нет	8,1	0
55 » 25 »	25	Красный »	4	0,6	0,5	+
20 час. 02 » 14 »	5	Касалка	4	2,0	4,2	+
Исследование 21, 11/XII						
13 час. 41 мин. 35 сек.	51	Зуммер	9	0,4	2,3	+
44 » 46 »	38	Звонок	14	0,6	3,1	+
48 » 09 »	22	Зеленый свет	2	Нет	5,3	0
49 » 45 »	25	Красный »	15	0,8	0,8	+
54 » 45 »	7	Касалка	7	1,1	4,7	+
58 » 45 »	8	»	14	0,3	2,0	+
Исследование 24, 3/I						
16 час. 45 мин. 13 сек.	54	Зуммер	15	0,6	1,9	+
49 » 42 »	40	Звонок	12	0,2	2,0	+
52 » 43 »	28	Зеленый свет	3	Нет	6,0	0
54 » 10 »	28	Красный »	8	0,3	2,8	+
57 » 10 »	13	Касалка	14	1,4	1,1	+
Исследование 28, 12/I						
20 час. 56 мин. 09 сек.	62	Зуммер	9	0,4	1,0	+
21 » 01 » 35 »	43	Звонок	10	0,1	1,5	+
05 » 25 »	44	»	10	0,1	1,9	+
10 » 13 »	32	Красный свет	11	0,9	1,2	+
13 » 43 »	21	Касалка	9	0,4	0,9	+
17 » 19 »	40	Зеленый свет	3	Нет	5,6	0

Продолжение

Время	№ раздра- жения	Условный раздражитель	Услов- ное слюно- отде- ление в каплях за 30 секунд	Скры- тый пе- риод двига- тельно- го реф- лекса в секун- дах	Скры- тый пе- риод услов- ной секре- ции в секун- дах	Под- крепле- ние
-------	-----------------------	-----------------------	--	--	---	------------------------

Исследование 30, 17/I

14 час. 01 мин. 45 сек.	66	Зуммер	18	0,3	1,9	+
04 » 50 »	46	Звонок	21	0,2	1,6	+
08 » 15 »	43	Зеленый свет	2	Нет	8,8	0
09 » 17 »	34	Красный »	13	0,3	2,0	+
13 » 15 »	23	Касалка	13	0,3	1,5	+

Исследование 38, 30/I

14 час. 10 мин. 56 сек.	58	Звонок	15	0,2	0,6	+
15 » 19 »	59	Звонок — «Нет звон- ка»				
		№ 4 ¹	4	Нет	2,0	0
17 » 15 »	60	Звонок — «Нет звон- ка»				
		№ 5	3	»	3,7	0
18 » 58 »	42	Красный свет	15	0,4	0,5	+
21 » 30 »	38	Касалка	11	1,7	2,2	+

Исследование 63, 16/III

13 час. 39 мин. 33 сек.	5	«Гудит гудок»	7	0,5	1,2	+
43 » 14 »	5	«Звенит звонок»	7	0,4	1,0	+
46 » 47 »	6	«Звенит звонок»	8	0,4	3,0	+
50 » 04 »	6	«Горит зеленый свет»	2	Нет	7,0	0
51 » 21 »	5	«Горит красный свет»	7	0,2	1,0	+
55 » 09 »	5	«Работает касалка»	6	0,7	1,9	+

¹ В кавычках обозначены словесные раздражители; следующая за ними цифра указывает порядковое число применения этой комбинации.

что при таком состоянии возбудимости столкновение положительного непосредственного раздражителя звонка с соответствующим ему тормозным речевым раздражителем дало при 4-м и 5-м применении такой комбинации четкий тормозной эффект (соответственно 4 и 3 капли). Таким образом, учитывая величину промежуточной секреции (4 капли), речевую регуляцию через вторую сигнальную систему при эксцитаторной возбудимости можно считать хорошей.

В исследовании 63 показан результат замены стереотипа непосредственных раздражителей соответствующим ему стереотипом речевых раздражителей. Характер условных рефлексов (речевые сигналы — «гудит гудок», «звенит звонок», «горит красный свет» — вызвали по 7 капель условной слюны) говорит о наличии уравнительной тормозной фазы у этого ребенка при адресовании раздражений во вторую сигнальную систему. Это и понятно, если учесть, что реакции, вызываемые через вторую сигнальную систему, скорее испытывают на себе охранительное запредельное торможение, как это показали исследования А. Г. Иванова-Смоленского и его сотрудников.

Рассматривая опыты с Аликом М. в целом, можно указать, что у него превалировало повышенное возбуждение, эксцитаторные фазы, а не тормозные. Зато при замене непосредственных сигналов речевыми мы наблюдали тормозную фазу. Как мы увидим в дальнейшем, эти фазовые состояния полностью устранялись сокращением учебной нагрузки с 10 до 7 часов в день и соответственным увеличением организованного (игры) пребывания детей на чистом воздухе.

Несомненный интерес представляют исследования условных рефлексов самых младших школьников. Учебная нагрузка 7—8 часов в день безусловно была слишком велика для малышей 7—8 лет. Тем не менее после 4 уроков в школе воспитатели заставляли их готовить домашние задания 3, а иногда и 4 часа. Сокращение нагрузки сразу дало чудодейственный эффект.

Ребенок 7 лет очень непосредственен, часто очень остроумен вследствие непосредственного сопоставления событий. Сравнивая поведение людей, он обладает хорошей, зачастую даже эйдетической памятью, однако памятью только на явления, рассказы и стихи, которые его интересуют. Таким был Женя О., 7 лет. Он был жизнерадостным, очень любопытным, задавал мне массу наивных и очень интересных вопросов, читал наизусть очень выразительно стихи для детей и любил рассказывать разные истории, которые я слушал всегда с удовольствием. Но после 7 часов умственных занятий ребенок так уставал, что становился вялым, а иногда засыпал после тормозного сигнала «синий свет», так что мне приходилось его будить. О сне я обычно узнавал по храпу. Он тут же открывал глаза и говорил: «Я спал, простите меня. Наш воспитатель даже лошадь заставит спать, настолько он прилипчив и утомителен». Приводим протоколы исследования Жени О. (табл. 5).

Из табл. 5 мы видим, что в исследовании 14 тормозной сигнал в 9-м применении был вполне эффективен и вызывал выделение всего лишь одной капли слюны. Раздражитель же средней силы (зуммер) вызывает 3 капли, а красный свет вызывает условный рефлекс в 7 капель. Это был первый день учебы после каникул и ребенок освободился от домашних занятий лишь к 19 часам.

Таблица 5

Протоколы исследования Жени О., 7 лет

Время	№ раз-драже-ния	Условный раздражитель	Услов-ное слюно-отде-ление в каплях за 30 секунд	Скры-тый пе-риод двига-тельно-го реф-лекса в секун-дах	Скры-тый пе-риод услов-ной се-креции за 30 секунд	Под-крепле-ние
-------	-----------------	-----------------------	--	--	---	----------------

Исследование 14, 11/I

19 час. 04 мин. 32 сек.	50	Зуммер	3	0,5	3,2	+
07 » 48 »	9	Синий свет	1	Нет	9,3	0
09 » 23 »	30	Красный »	2	0,4	1,6	+
17 » 10 »	10	Синий »	2	Нет	10,3	0
19 » 09 »	31	Красный »	7	0,5	2,3	+

Исследование 18, 16/I

15 час. 58 мин. 40 сек.	58	Зуммер	5	0,4	2,3	+
16 » 03 » 52 »	18	Синий свет	0	Нет	—	0
04 » 40 »	38	Красный »	2	0,4	1,3	+
07 » 53 »	39	Красный »	3	0,9	2,1	+
10 » 50 »	10	Зеленый »	4	0,6	4,2	+

Исследование 27, 20/II

13 час. 59 мин. 40 сек.	78	Зуммер	5	0,5	2,5	+
14 » 02 » 54 »	53	Красный свет	8	0,4	1,4	+
06 » 06 »	33	Синий »	0	Нет	—	0
08 » 00 »	27	Зеленый »	5	0,2	2,8	+
12 » 19 »	38	Синий »	0	Нет	—	0
13 » 50 »	9	Касалка	4	0,6	2,0	+
19 » 02 »	10	»	6	0,3	1,8	+

Исследование 28, 26/II

20 час. 27 мин. 30 сек.	80	Зуммер	6	0,2	3,2	+
33 » 50 »	54	Красный свет	9	0,4	1,3	+
37 » 44 »	35	Синий »	0	Нет	—	0
39 » 55 »	28	Зеленый »	9	0,4	1,8	+
46 » 26 »	11	Касалка	7	0,4	1,2	+
50 » 05 »	12	»	7	0,3	1,4	+

Исследование 33, 8/III

20 час. 05 мин. 55 сек.	90	Зуммер	7	0,3	1,9	+
11 » 14 »	59	Красный свет	9	0,5	2,9	+
17 » 15 »	45	Синий »	1	Нет	20,5	0
18 » 55 »	33	Зеленый »	9	0,1	2,1	+
21 » 58 »	46	Синий »	1	Нет	24,9	0
23 » 20 »	21	Касалка	7	0,3	2,1	+

Время	№ раз-драже-ния	Условный раздражитель	Услов-ное слюно-отде-ление в каплях за 30 секунд	Скры-тый пе-риод двига-тельно-го реф-лекса в секун-дах	Скры-тый пе-риод услов-ной секре-ции за 30 се-кунд	Под-креп-ление
-------	-----------------	-----------------------	--	--	--	----------------

Исследование 38, 16/III (после бани)

18 час. 54 мин. 24 сек.	7	Звонок	2	0,3	2,2	+
59 » 27 »	8	»	3	0,6	2,4	+
19 час. 04 » 35 »	55	Синий свет	0	Нет	—	0
06 » 07 »	64	Красный »	2	1,0	5,0	+
09 » 27 »	38	Зеленый »	4	2,3	3,1	+
19 час. 12 мин. 57 сек.	56	Синий »	0	Нет	—	0
14 » 47 »	28	Касалка	2	0,4	3,0	+

Исследование 47, 12/IV

16 час. 54 мин. 11 сек.	1	«Гудит гудок»	5	6,1	7,9	+
58 » 16 »	1	«Звенит звонок»	10	1,3	2,6	+
17 час. 03 » 18 »	1	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
06 » 22 »	1	«Горит красный свет»	9	0,7	2,0	+
11 » 11 »	1	«Горит зеленый свет»	5	0,4	3,5	+
15 » 58 »	1	«Работает касалка»	5	1,7	4,0	+

В исследовании 18 величины условных рефлексов строго соответст-вуют «закону силы» (в этот день их учительница заболела и вместо нее была другая в течение всего 2 уроков, ребенок гулял до обеда, пообедав в 13 часов, он быстро за 1 час приготовил домашние задания, которых чужая учительница задала меньше). Зуммер вызвал 5 капель, синий свет—0, красный свет—3, зеленый свет—4 капли. Правда, величина ус-ловных рефлексов снижена по сравнению с теми, которые мы смогли получить при достижении оптимальной возбудимости больших полуша-рий (см. главу IX).

В следующих трех исследованиях (27, 28, 33) можно отметить в той или иной степени парадоксальный характер реагирования на условный раздражитель средней силы (зуммер) и слабые сигналы (красный и зеленый свет). Если эффект на первый не превышает 5—7 капель, то эффект на слабые сигналы достигает 8—9 капель. Такой результат был независимо от того, проводились ли исследования перед обедом или пе-ред ужином.

Исследование 38 проходило после бани (обычно в баню шли орга-низованно классом после занятий в школе и обеда). Результаты такой

комбинированной нагрузки налицо: условные рефлексy на все раздражители резко понижены, причем на звонок меньше, чем на зеленый свет (2—3 капли и 4 капли).

Замена стереотипа непосредственных раздражений на соответствующий стереотип речевых раздражителей была впервые произведена в ис-

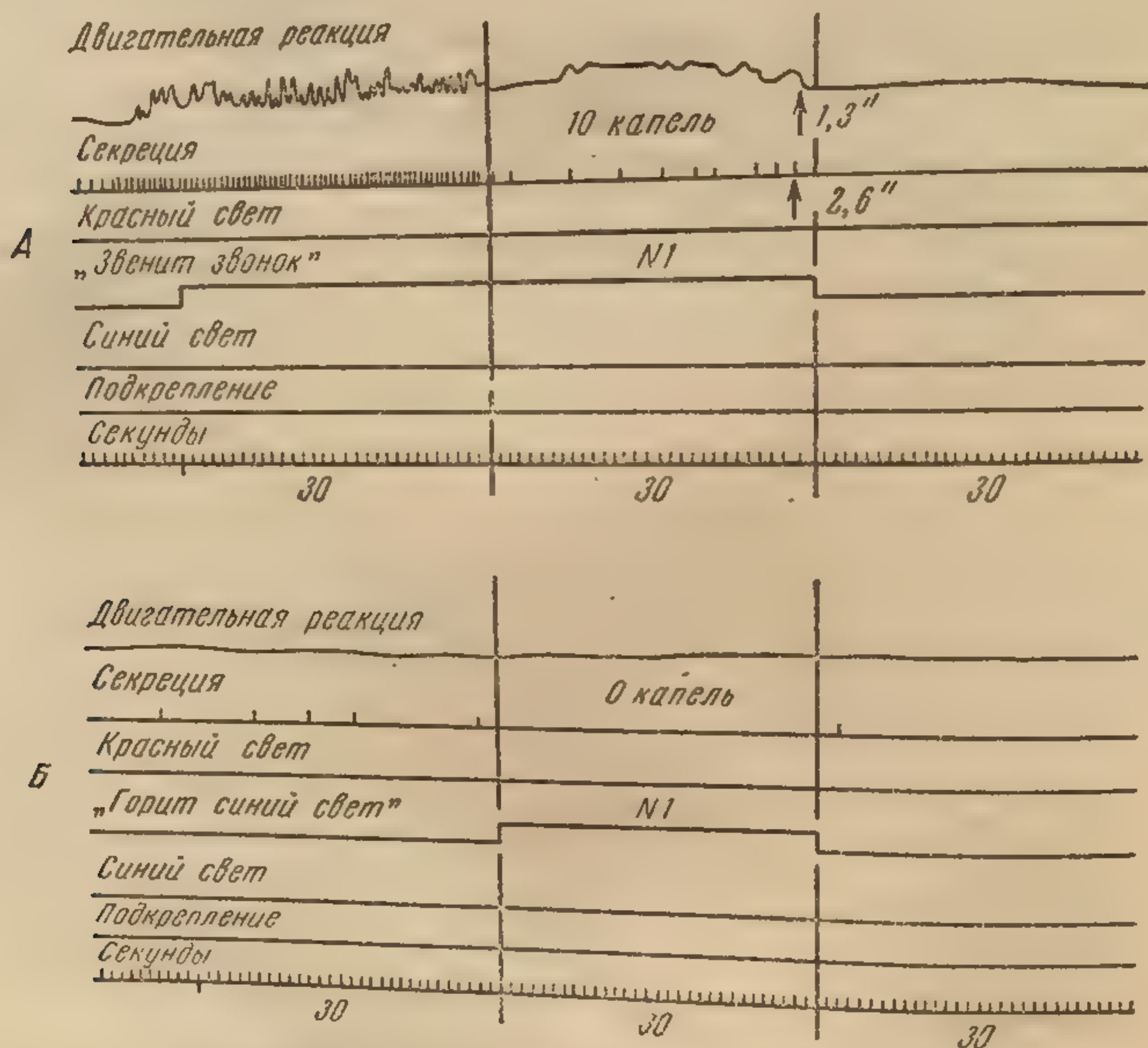


Рис. 5. Условные рефлексy при замене непосредственных сигналов речевыми у Жени О., 7 лет (опыт 47, 12/IV).
 А — положительный условный рефлекс на словесный рефлекс «звенит звонок»;
 Б — тормозной условный рефлекс на словесный сигнал «горит синий свет».

следовании 47. Хотя условный рефлекс на слова «звенит звонок» был 10 капель, а на тормозной словесный сигнал «горит синий свет» — 0 капель, т. е. дифференцировка была абсолютной (рис. 5), «закон силы» оказался извращенным: словесное обозначение сигнала средней силы «гудит гудок» вызвало условный рефлекс в 5 капель, а слабого сигнала «горит красный свет» — 9 капель. Однако трудно было ожидать, чтобы

описанные фазовые явления в пределах первой сигнальной системы не отмечались при использовании соответствующих раздражителей второй сигнальной системы.

Улучшение режима (сокращение учебной нагрузки, увеличение пребывания детей на чистом воздухе) позволило полностью устранить и у этого ребенка все фазовые явления, вызывая условные рефлексы как через первую, так и через вторую сигнальную систему (см. главу IX).

Систематическое изучение условных рефлексов у детей в детском доме в течение многих месяцев показало, что фазовые изменения деятельности коры головного мозга имеются у всех без исключения детей в связи с огромной учебной нагрузкой. Когда детям случалось меньше быть загруженными и в связи с этим гулять на чистом воздухе, фазовые явления, наблюдаемые нами в сотнях опытов, исчезали и величины условных рефлексов начинали подчиняться «закону силы», что указывало на оптимальную возбудимость больших полушарий. Однако в условиях существовавшего режима учебы и отдыха это было редким явлением, которое вместе с тем указывало, что фазовые изменения не имеют черт патологической инертности, как это наблюдается у детей-истериков. Указанное обстоятельство приводило исследователя к мнению, что отмеченные изменения возбудимости больших полушарий характеризуют нормальную защитную реакцию корковых клеток головного мозга на перегрузку.

Между тем характер фазовых изменений, как мы видели, не был однозначен у всех детей. Он зависел как от индивидуально-возрастных особенностей, так в еще большей степени от типологических особенностей высшей нервной деятельности. Если у Володи В. имелись лишь тормозные фазы (в основном уравнительная), то у Алика М. преимущественно были фазы эксцитаторные и нормальный баланс между возбуждением и торможением нарушался в сторону возбуждения. У Вени К. также имели место тормозные фазы, но при получении условных рефлексов от непосредственных раздражителей наблюдалась большей частью уравнительная фаза, а при однозначных речевых раздражениях развивалась уже парадоксальная фаза. Все это говорит о том, что фазы не имели стационарного, патологически инертного характера, а менялись в зависимости от условий мозговой деятельности и индивидуальных и типологических особенностей.

Исследования в школе-интернате в специальной нейрофизиологической лаборатории строились немного иначе. Здесь мы считали необходимым исследовать не только условные рефлексы, но и коррелировать их с неспецифическими вегетативными компонентами (чему будет посвящена следующая глава), а также исследовать у этих же детей биоэлектрическую реактивность головного мозга, минимально затрудняя ребенка и не нарушая учебного режима дня.

Протоколы исследования Коли М., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		П. реп. ление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 11, 8/III 1960 г., начало 13 часов 45 минут

4	38	Звук 7 герц	4	4,0	0,3	3,0	3,5	6,0	1,0	Нет	Нет	+
4 1/2	22	Красный свет	4	4,6	0,2	3,0	4,3	4,0	1,0	»	»	+
4	12	Зеленый »	1	18,6	Нет	3,0	3,1	4,0	2,0	»	»	0

Исследование 15, 2/IX 1960 г., начало 13 часов 57 минут

4	47	Звук 7 герц	3	4,6	30,0	3,6	3,6			Нет	Нет	+
3 1/2	36	Красный свет	4	2,8	1,0	3,8	4,1			»	»	+
4	19	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,3	3,3			»	»	0

Исследование 19, 4/X 1960 г., начало 13 часов 58 минут

5	55	Звук 7 герц	3	3,3	1,0	3,3	6,0	6,0	2,5	Нет	Нет	+
3	44	Красный свет	5	4,3	0,6	3,3	6,3	5,0	2,0	»	»	+
4	23	Зеленый »	1	17,3	29,5	3,1	3,1	2,5	3,5	»	»	0
1 1/2	24	» »	1	19,0	Нет	3,0	3,0	5,0	6,0	»	»	0

Исследование 23, 17/I 1961 г., начало 13 часов 51 минута

4	63	Звук 7 герц	3	2,1	1,3	3,1	3,2	20	12	Нет	Нет	+
3 1/2	52	Красный свет	4	6,0	0,6	2,8	2,8	20	15	18,6	1,5	+
5	30	Зеленый »	1	1,1	Нет	3,5	3,6	20	15	Нет	Нет	0

В связи с этим необходимо было, чтобы исследование заняло у ребенка меньше времени (не больше 20—30 минут), а также не являлось для него дополнительной нервной нагрузкой. Поэтому мы упростили стереотип раздражителей, оставив из положительных лишь сильный раздражитель — звук частотой 7 герц и слабый раздражитель — красный свет, а также дифференцировочный раздражитель — зеленый свет. В остальных условиях опытов не отличались от предыдущих исследований.

Все дети (мальчики и девочки) занимались утром, а исследования обычно проводились после 5—6 уроков классных занятий. При этом исследования осуществлялись специально в дни, когда у детей были лишь классные занятия, а не урок труда или физкультуры. Исследования продолжались в течение многих месяцев.

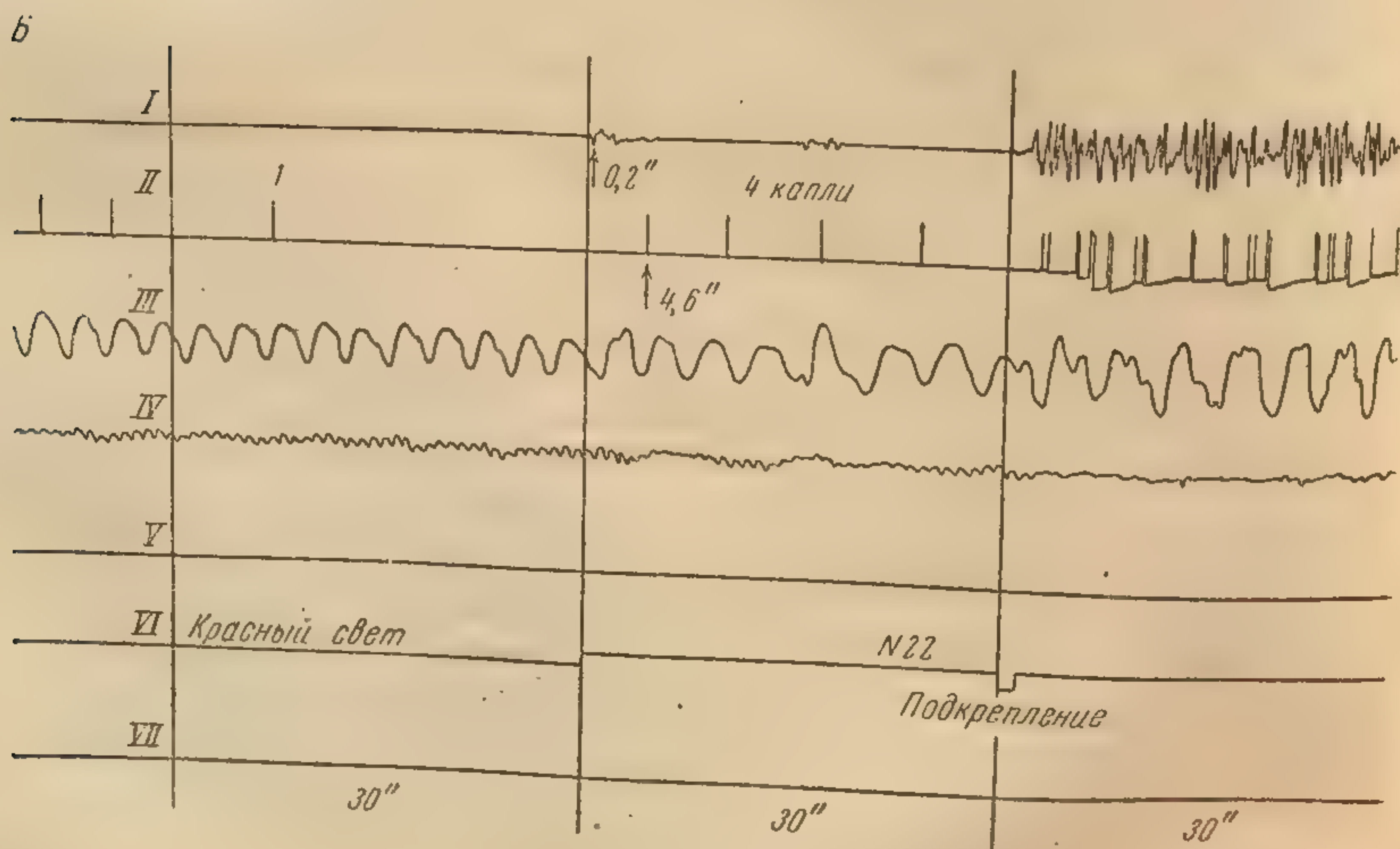
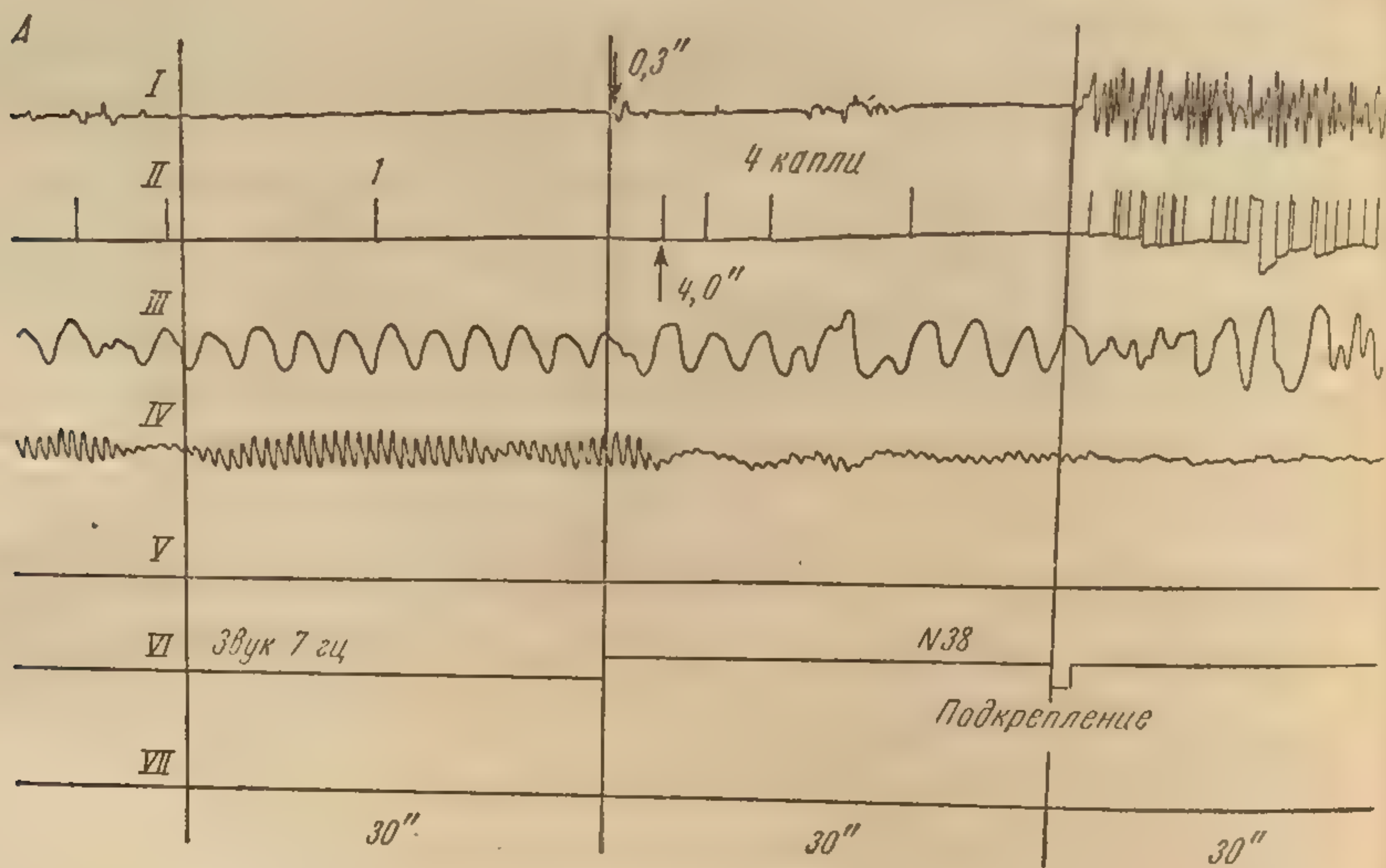
Представляем протоколы опытов мальчика Коли М., 14 лет. Это очень спокойный мальчик, уравновешенный, медлительный, с выраженным флегматичным характером, очень любит музыку и с большим интересом занимается ею, другие предметы интересуют его мало. Вот несколько опытов Коли М. (табл. 6).

Из табл. 6 видно, что в опыте 11 имеется уравнительная тормозная фаза: сильный (звук 7 герц) и слабый (красный свет) раздражители вызывают по 4 капли условной слюны. Наглядно этот опыт представлен в фотокопиях кривых (рис. 6). Здесь мы не касаемся неспецифических вегетативных компонентов условной реакции. Однако, забегаая вперед, нельзя не обратить внимания на полное отсутствие кожно-гальванического компонента как в условной, так и безусловной пищевой реакции. В последующем опыте 15 величины условных рефлексов также нарушают «закон силы»: сильный раздражитель меньше (3 капли) слабого (4 капли). В опыте 19 парадоксальная тормозная фаза выражена еще отчетливее: на звук 7 герц выделилось 3 капли условной слюны, а на красный свет—5 капель. Такая же зависимость имеется и в опыте 23, повторяющем опыты 15 и 19 (рис. 7, 8).

Отметим также, что в опыте 23 при 63-м применении условного сигнала звука 7 герц полностью отсутствует кожно-гальваническая реакция, но появляется незначительная кожно-гальваническая реакция на безусловное подкрепление, имеющая амплитуду лишь 1,5 мм (рис. 8, А). Нет кожно-гальванической реакции на условные и безусловные раздражители в опыте 19 (см. рис. 7).

У этого мальчика не только трудно вырабатывался стереотип, но и имелись при исследовании почти всегда тормозные фазы (уравнительная или парадоксальная). Правда, в одном опыте (опыт 9) имелись правильные силовые отношения: звук вызвал 5 капель, красный свет — 4 капли, зеленый свет — одну каплю. В этот день у ребенка было очень хорошее настроение и есть основания связать результаты этого опыта с сильными положительными эмоциями. Но затем подряд несколько месяцев отмечались тормозные фазы. Таким образом, мы еще раз убеждаемся, что тормозные фазы у исследованных нами детей не имеют патологической инертности, которую описывает И. П. Павлов при невротозах, и могут сами проходить при различных условиях.

Следующий ребенок, протоколы исследования которого мы представляем, обладает, очевидно, более возбудимым и быстрым типом высшей нервной деятельности. Это Надя С., 12 лет. Девочка очень активная, всегда хорошо учится, обладает большими организационными способностями и пользуется любовью детского коллектива, в связи с чем ее избрали председателем совета отряда пионерской организации в школе-интернате. При отсутствии учителя ее иногда временно оставляют вместо классного руководителя, доверяя ей весь класс. Поведение ее отличается



Р. С. С. Н. ...
 ... на ...

равнове...
 ... с де...
 ... ангенн...
 Все...
 ... 1961...
 ... ловн...
 ... капли...
 Во всех...
 ... сальную...
 ... ре...
 ... пи...
 ... тии...

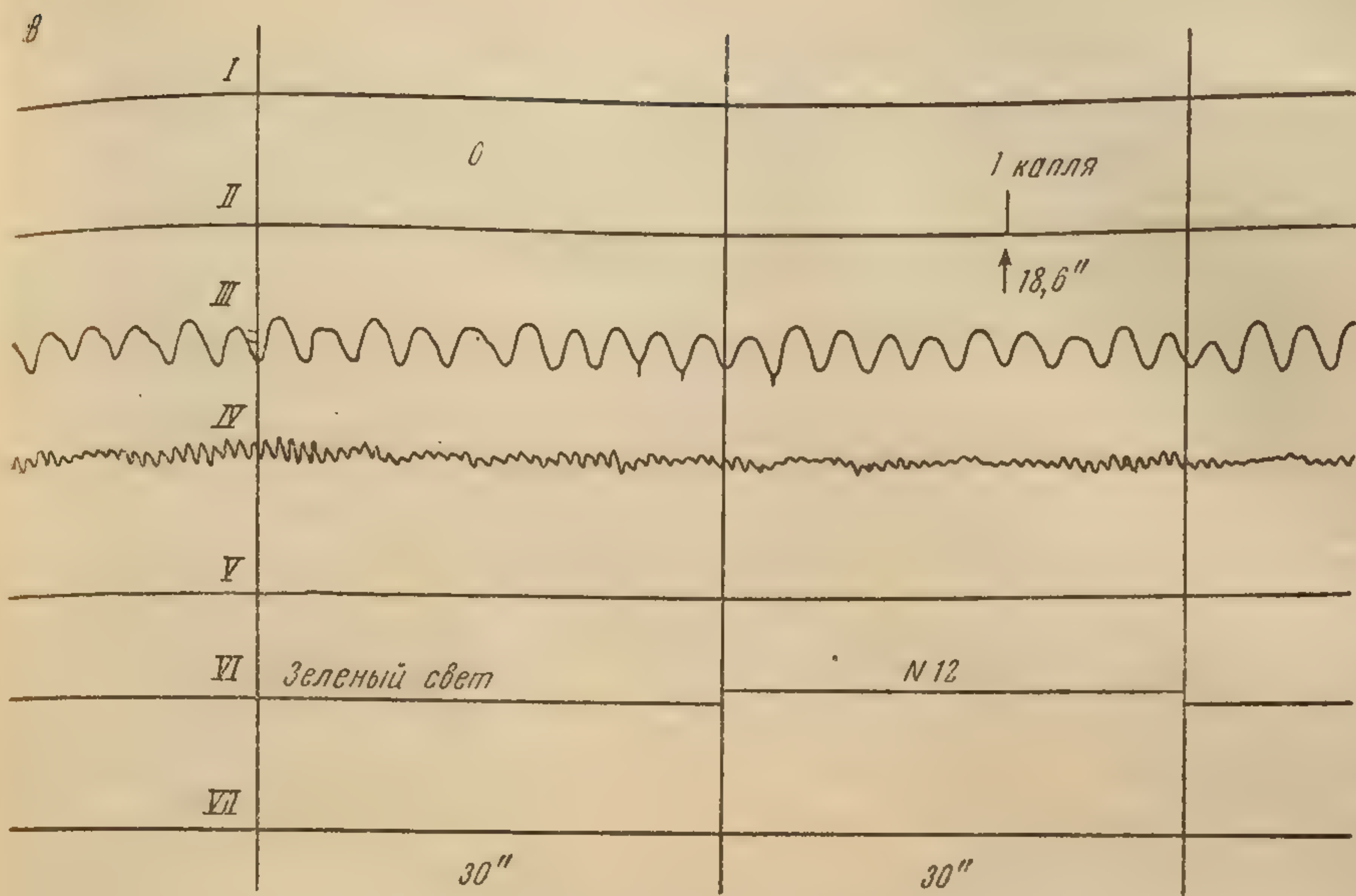


Рис. 6. Исследование высшей нервной деятельности у Коли М., 14 лет, после умственной работы в классе (опыт 11, 8/III. 1960 г.).

Реакции на условный раздражитель: А — звуковые щелчки частотой 7 гц; Б — красный свет; В — зеленый свет. I — двигательная реакция; II — секреция; III — дыхание; IV — плетизмограмма; V — кожно-гальванический рефлекс (КГР); VI — условный раздражитель и подкрепление; VII — время 30 секунд.

уравновешенностью, реакции ее быстры, она исполнительна, в обращении с детьми ласкова, дисциплинирована. Это, по-видимому, типичный сангвиник, т. е. сильный, уравновешенный, быстрый тип.

Все исследования условных рефлексов выявляли у нее фазовые явления тормозного характера, лишь в одном случае (исследование 15 от 5/V 1961 г. после 5 уроков) мы обнаружили у нее соответствие величины условных рефлексов «закону силы», когда на звук 7 герц выделилось 4 капли, на красный свет—3, а на зеленый свет—одна капля слюны. Во всех других случаях мы обнаруживали уравнительную и парадоксальную тормозную фазу и, как правило, отсутствие кожно-гальванической реакции и незначительную выраженность вегетативных компонентов пищевой реакции (условных и безусловных). Приводим следующие 3 типичных протокола (табл. 7).

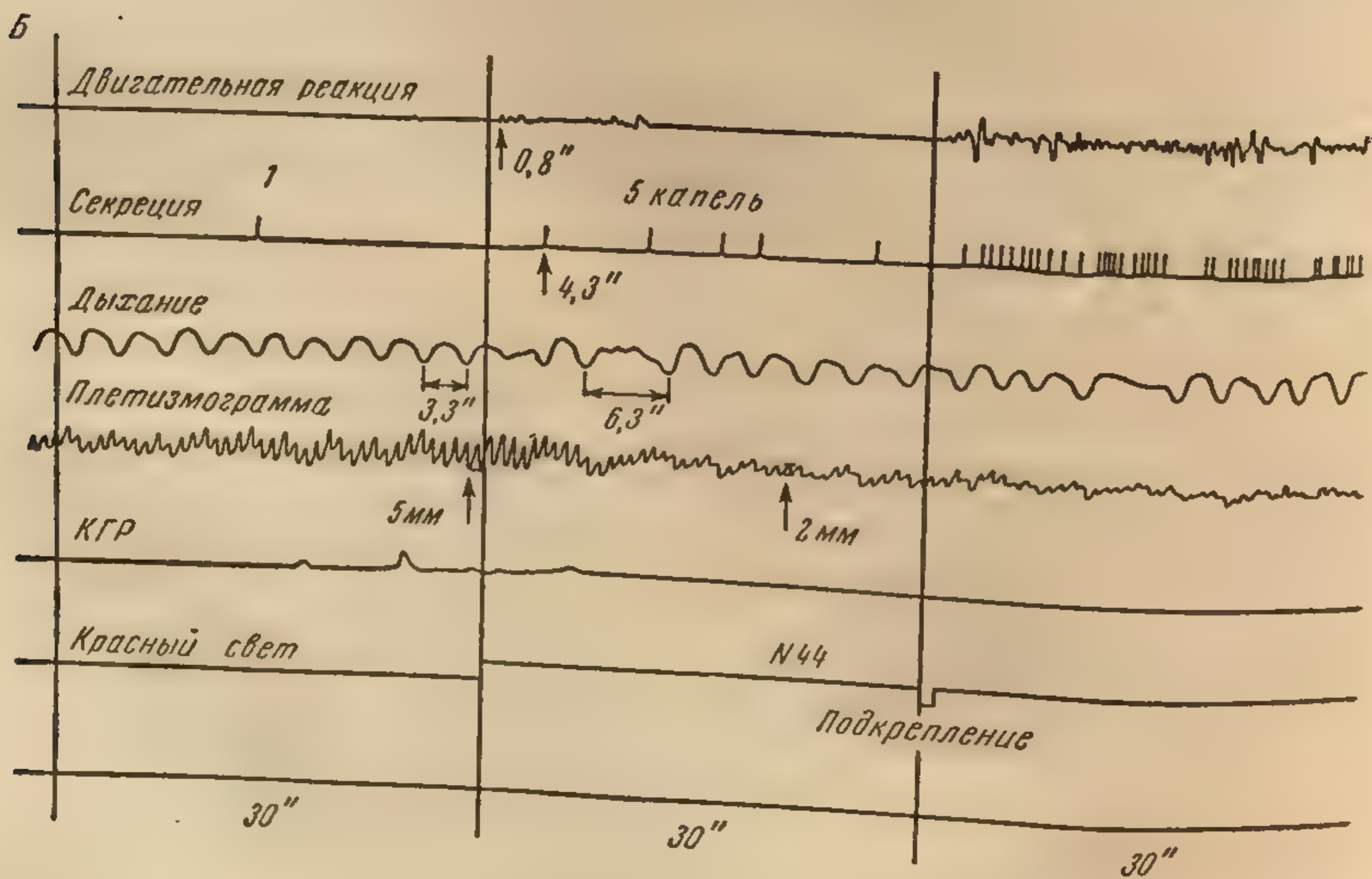
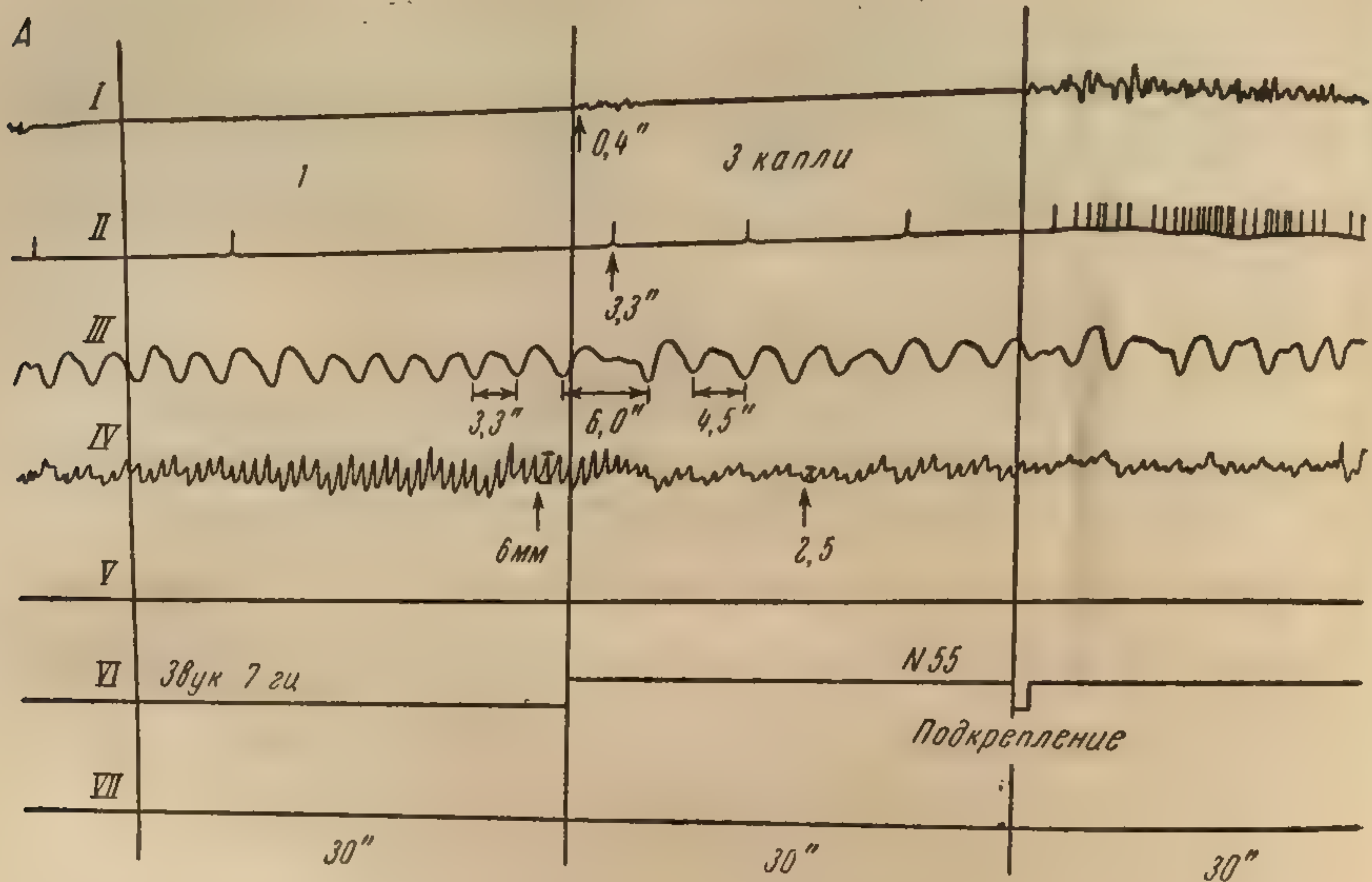


Рис. 7.

Время
между
раздра-
жения-
ми в
мину-
тах

41/2
3
31/2
3
31/2
4
31/2

41
4
31/2

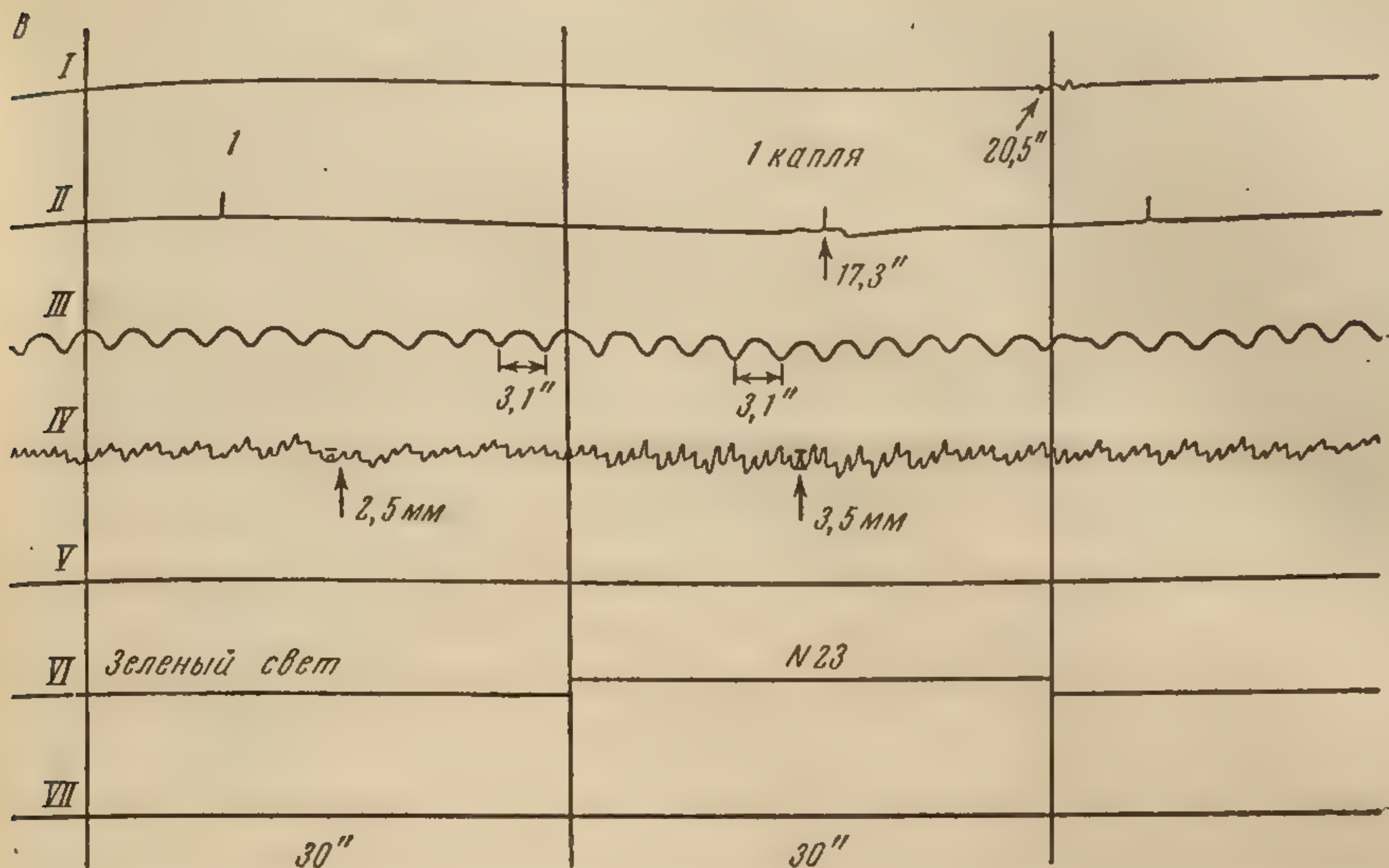


Рис. 7. Исследование высшей нервной деятельности у Коли М. после умственной работы в классе (опыт 19, 4/X 1960 г.)
Обозначения те же, что на рис. 6.

Таблица 7

Протоколы исследования Нади С., 12 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное соотношение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 16, 8/V 1961 г., начало 13 часов 29 минут												
4 1/2	34	Звук 7 герц	2	5,0	0,4			4,0	2,0	Нет	Нет	+
3	32	Красный свет	3	3,0	1,1			2,5	2,0	3,6	0,8	+
3 1/2	11	Зеленый »	1	18,1	Нет			3,0	1,5	Нет	Нет	0
Исследование 20, 20/V 1961 г., начало 13 часов 44 минуты												
3	42	Звук 7 герц	1	19,6	0,6	5,5	5,0	5,0	4	1,3	3,0	+
3 1/2	43	Звук 7 герц	0	Нет	1,1	6,3	5,1	5,5	5	1,1	2,5	+
4	39	Красный свет	2	3,6	1,0	6,0	5,0	4,0	3	8,0	1,5	+
3 1/2	14	Зеленый »	0	Нет	Нет	5,6	5,3	6,0	9	13,3	0,5	0
Исследование 24, 13/IX 1961 г., начало 14 часов 03 минуты												
4 1/2	52	Звук 7 герц	2	3,6	3,1							+
4	46	Красный свет	2	6,6	8,0							+
3 1/2	19	Зеленый »	0	Нет	Нет							0

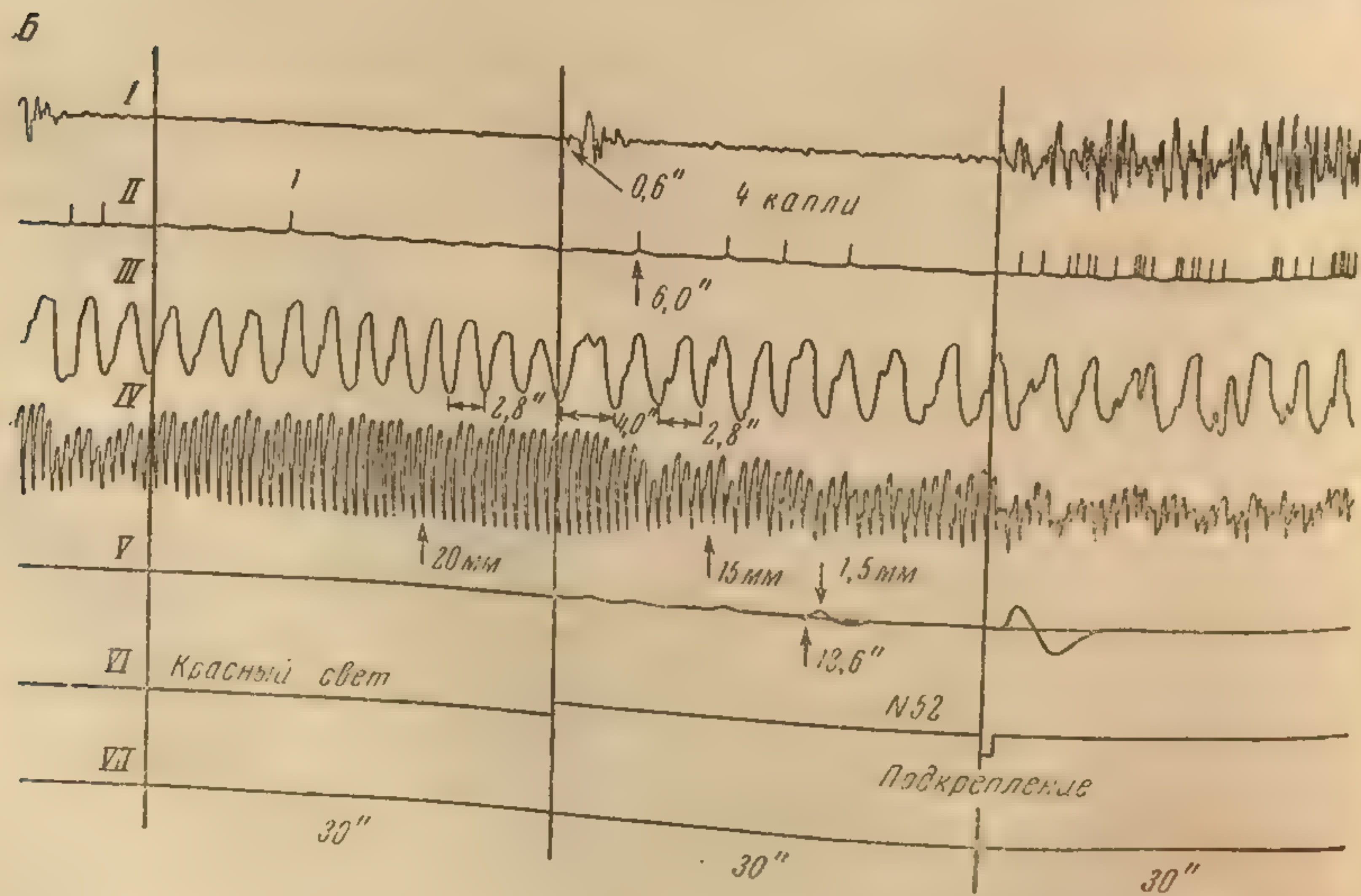
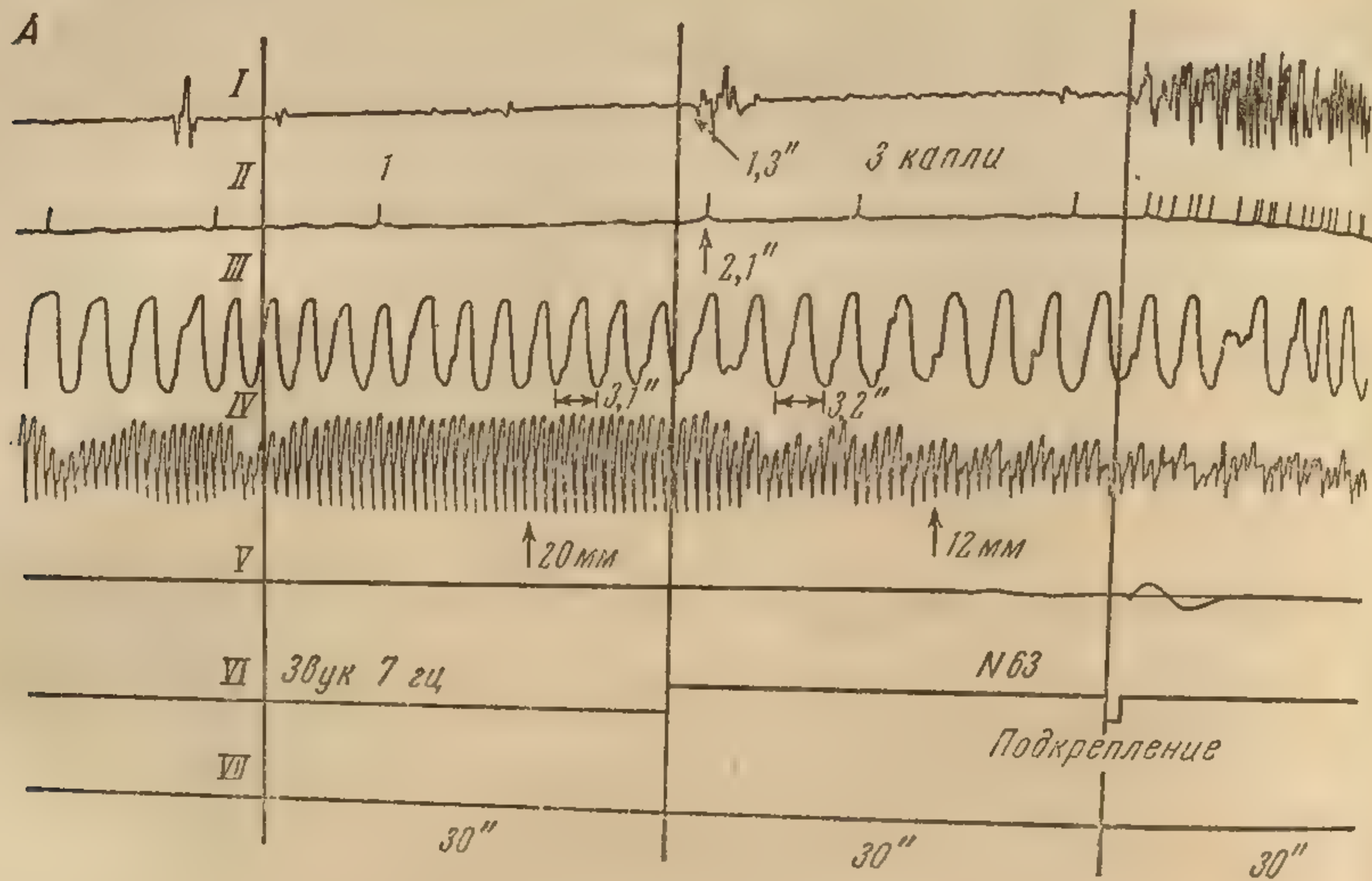


Рис. 8. Исс.

В оп-
сальной
свет—3
отметим
но-гальв
клюквой
очень не
харной
ный све
всего
32°

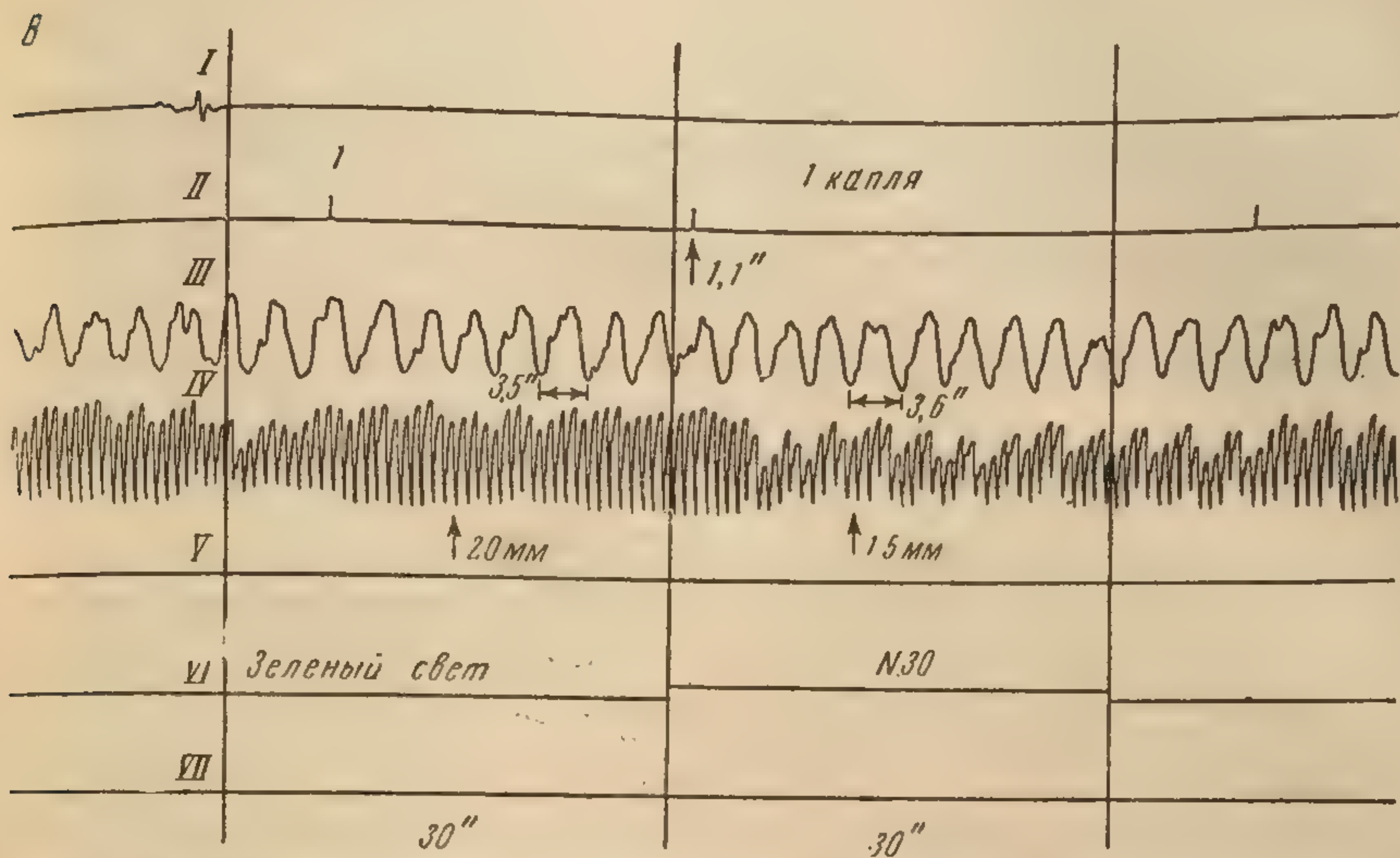


Рис. 8. Исследование высшей нервной деятельности у Коли М. после умственной работы в классе (опыт 23, 17/I 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 6.

В опыте 16 (рис. 9) рефлексy небольшие и соответствуют парадоксальной тормозной фазе: звук 7 герц вызывает 2 капли, а красный свет—3 капли, зеленый свет — одну каплю слюны. Забегая вперед, мы отметим также, что на сильный условный раздражитель (звук) нет кожно-гальванической реакции, нет ее и при безусловном подкреплении клюквой в сахаре, сосудистый компонент на условный сигнал также очень незначителен и выражен лишь на безусловное подкрепление сахарной клюквой (рис. 9, А). На слабый условный раздражитель (красный свет) кожно-гальванический компонент реакции ничтожно мал — всего 0,8 мм по амплитуде; на безусловное подкрепление он немного заметнее. Сосудистый компонент условной реакции также выражен слабо, безусловной реакции — несколько лучше. На тормозной условный сигнал кожно-гальванический компонент полностью отсутствует.

В опыте 20 (см. табл. 7, рис. 10) мы снова видим парадоксальную фазу: на звук—одна капля и 0 капель, на красный свет—2 капли, диф-

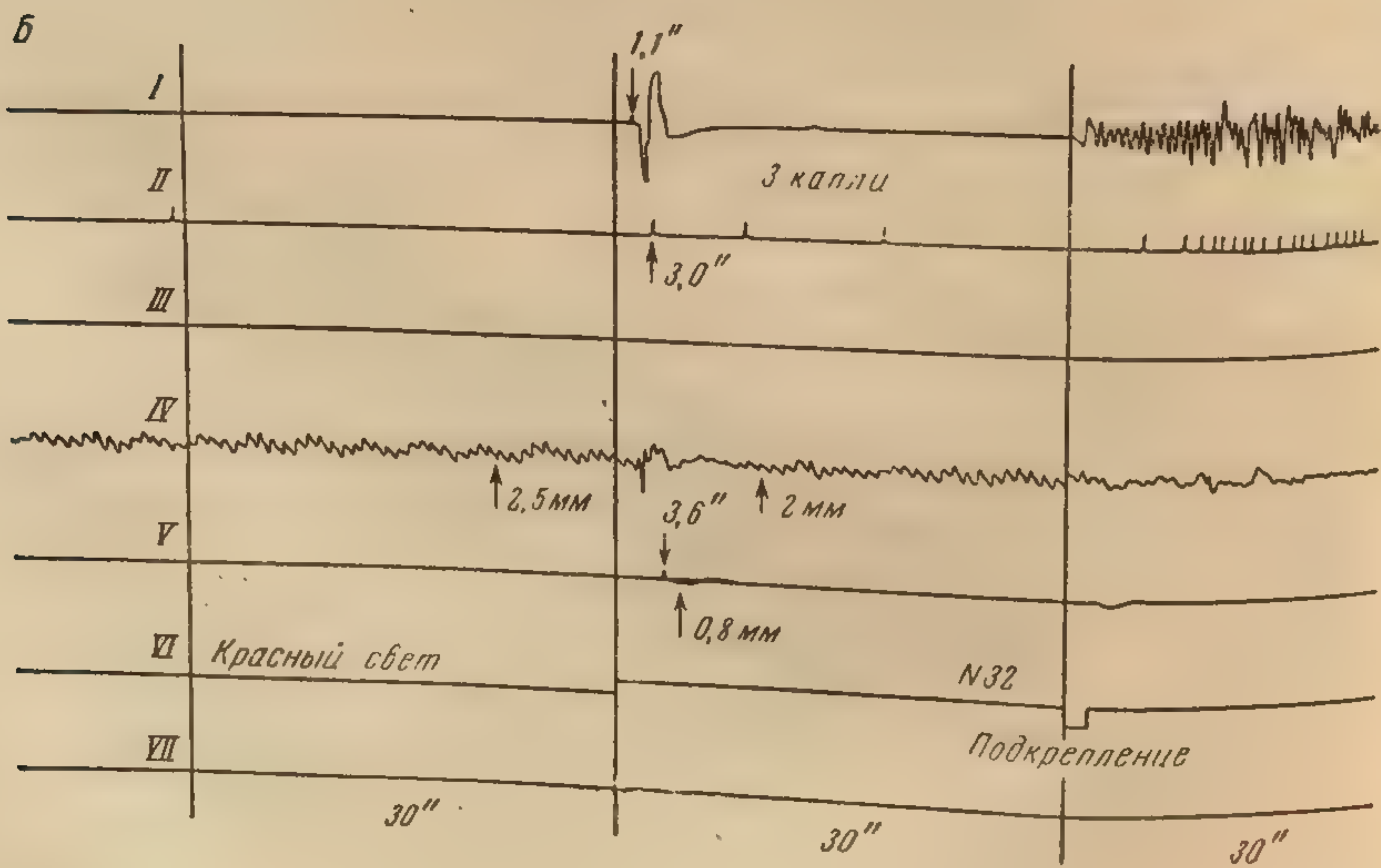
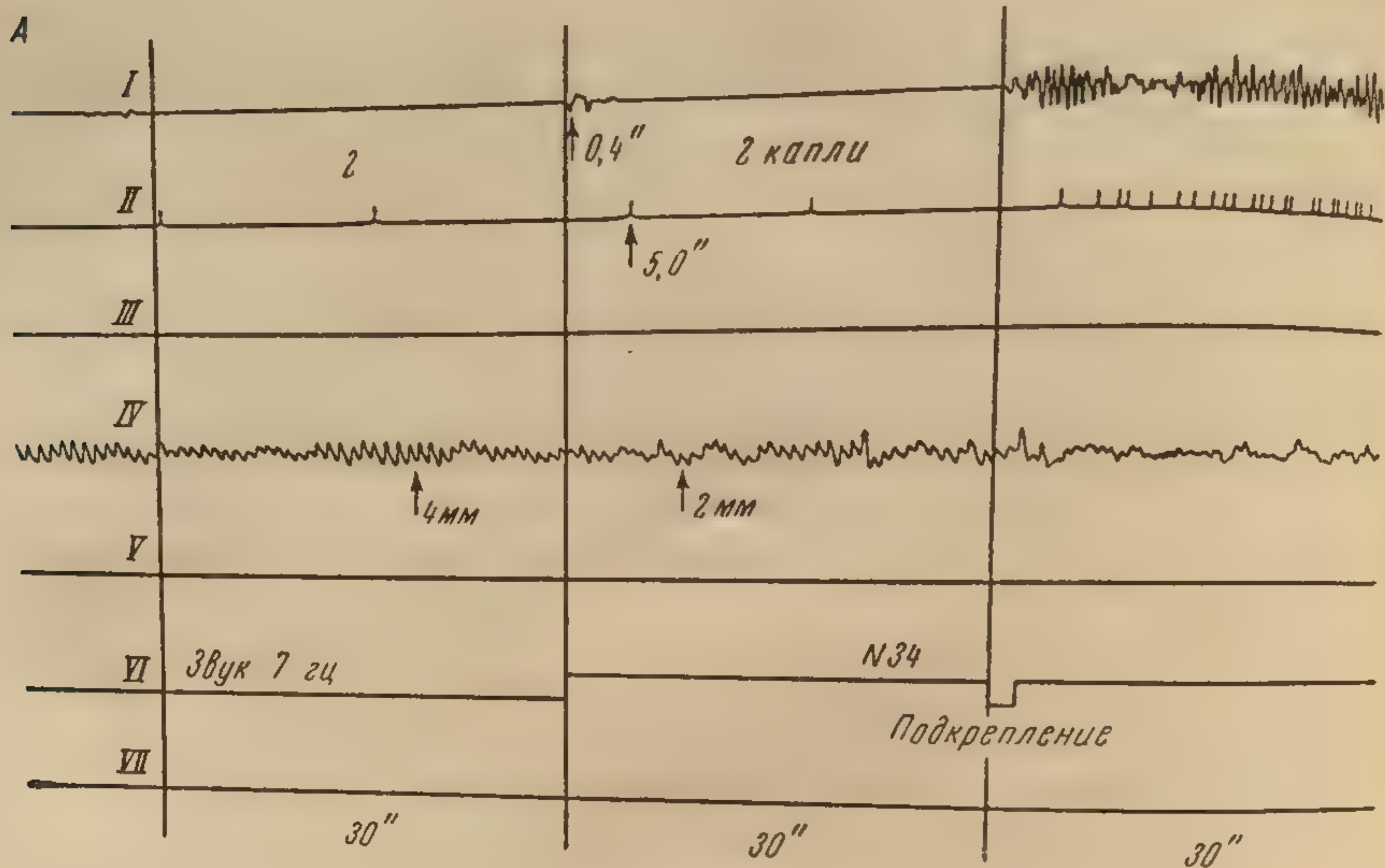


Рис. 9. Исс

ференци
происхо
ная сек
(см. рис
с 6,3 до
ский ко
и на бе
ный и с
То же г
свет (р
ствуют
хатель
выраж
ный св
гальва

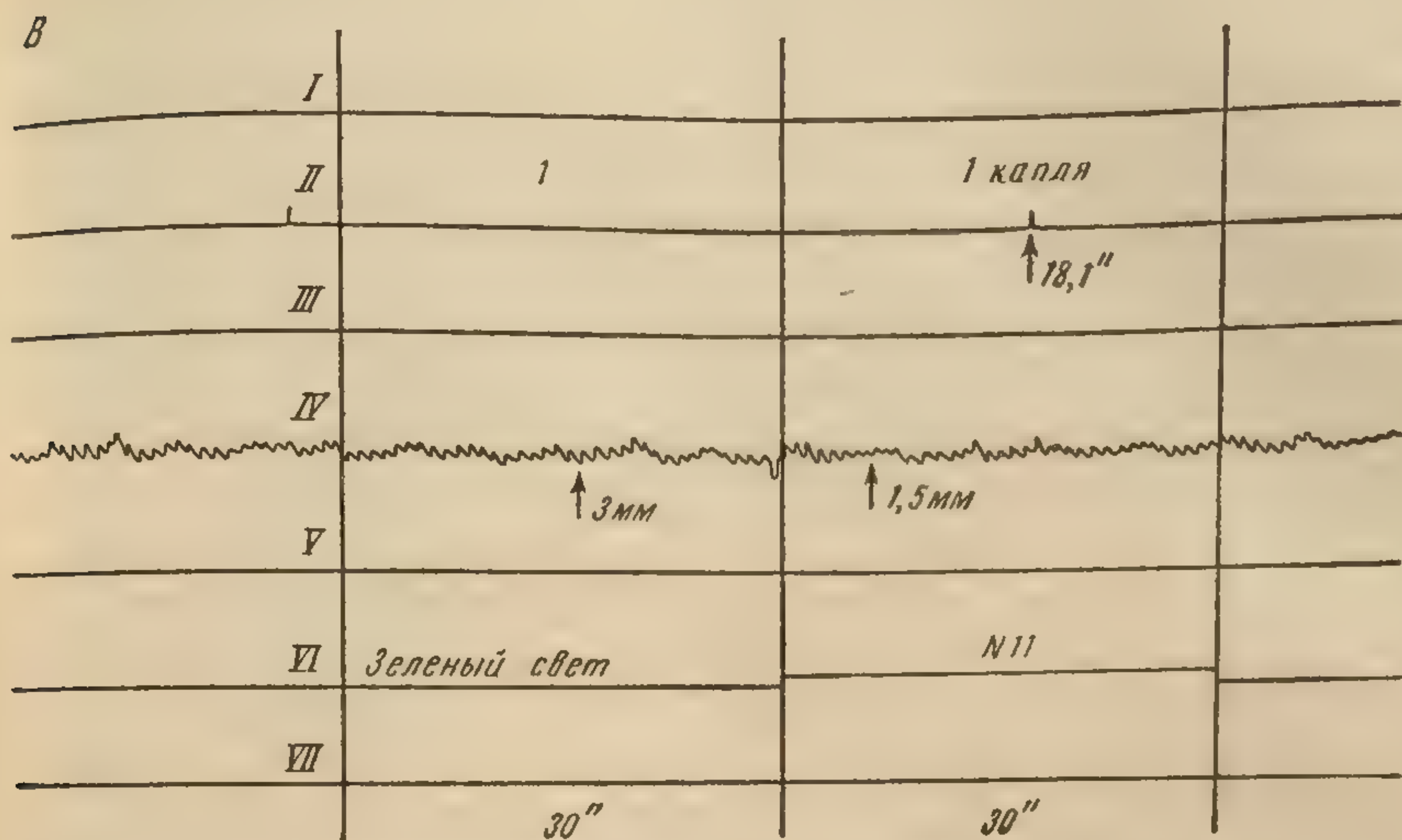


Рис. 9. Исследование высшей нервной деятельности у Нади С., 12 лет, после умственной работы в классе (опыт 16, 8/V 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

ференцировка на зеленый свет, как и следовало ожидать, абсолютная и происходит (см. рис. 10, В) на глубоком тормозном фоне, промежуточная секреция перед этим также 0 капель. На условный сигнал звук (см. рис. 10, А) слегка меняется ритм дыхания (его период учащается с 6,3 до 5,3 секунды), нет сосудистого компонента, кожно-гальванический компонент незначительный (2,5 мм) как на условный (звук), так и на безусловный (кляква в сахаре) раздражитель. Правда, дыхательный и сосудистый компоненты имеются на безусловный раздражитель. То же приблизительно наблюдается при даче условного сигнала красный свет (рис. 10, Б), неспецифические вегетативные компоненты или отсутствуют (сосудистый) или незначительные (кожно-гальванический и дыхательный), вегетативные компоненты безусловной пищевой реакции выражены несколько лучше. При применении дифференцировки (зеленый свет) неспецифических компонентов почти нет (рис. 11, В). Кожно-гальваническая реакция имеет скрытый период 13,3 секунды и величину

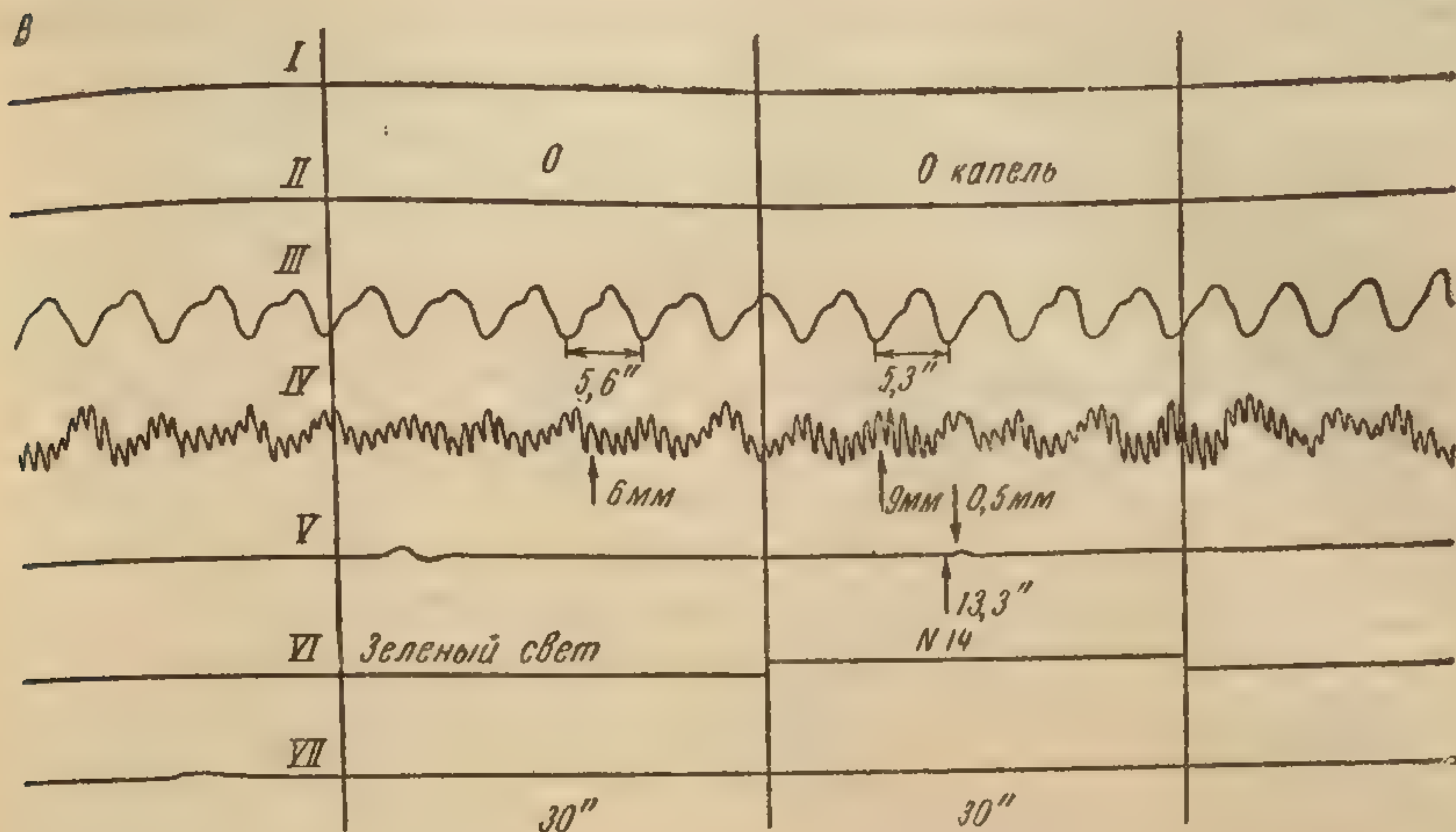


Рис. 10. Исследование высшей нервной деятельности у Нади С. после умственной работы в классе (опыт 20, 20/V 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

амплитуды 0,5 мм, а сосудистая реакция изменилась в противоположную сторону.

В исследовании 24 (табл. 7, рис. 11) мы наблюдаем типичную уравнительную тормозную фазу, которая характеризуется уравниванием условного эффекта на сильный и слабый раздражители на низком уровне: по 2 капли условной слюны. На сильный раздражитель звук 7 герц появился кожно-гальванический компонент, значительно более выраженный, чем в предыдущих опытах, где была парадоксальная фаза (см. рис. 9, А и 10, А).

Если поведение Нади С. было очень активным и быстрым, то другие особенности поведения характеризуют ребенка Таню Л., 14 лет. Она отличалась исключительным спокойствием и дисциплинированностью, уравновешенностью и некоторой медлительностью реакций. Девочка способная к учебе, имеет особенную склонность к художественной литературе, чтению которой посвящает все свободное время. По типологическим особенностям ее следует отнести к флегматикам.

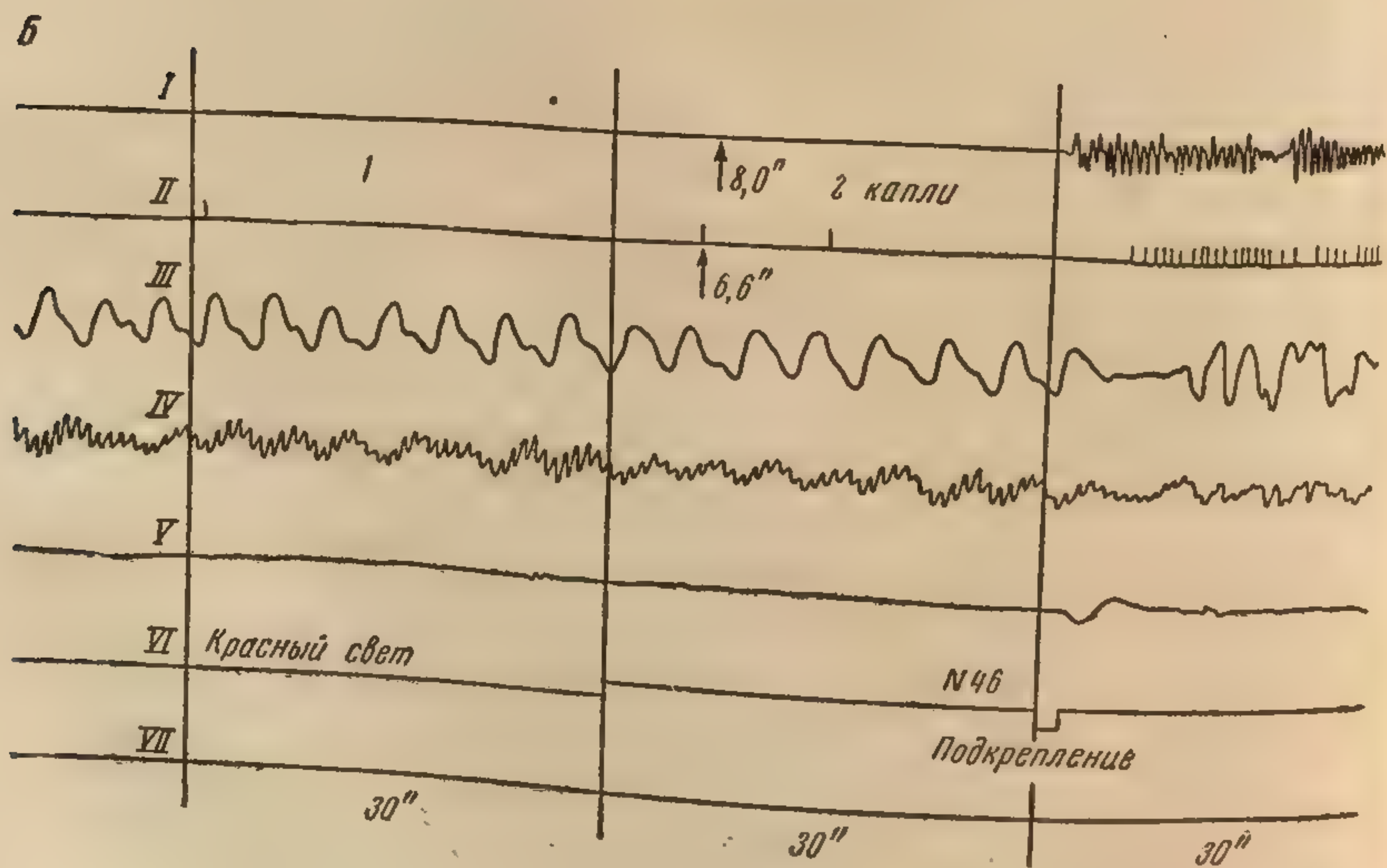
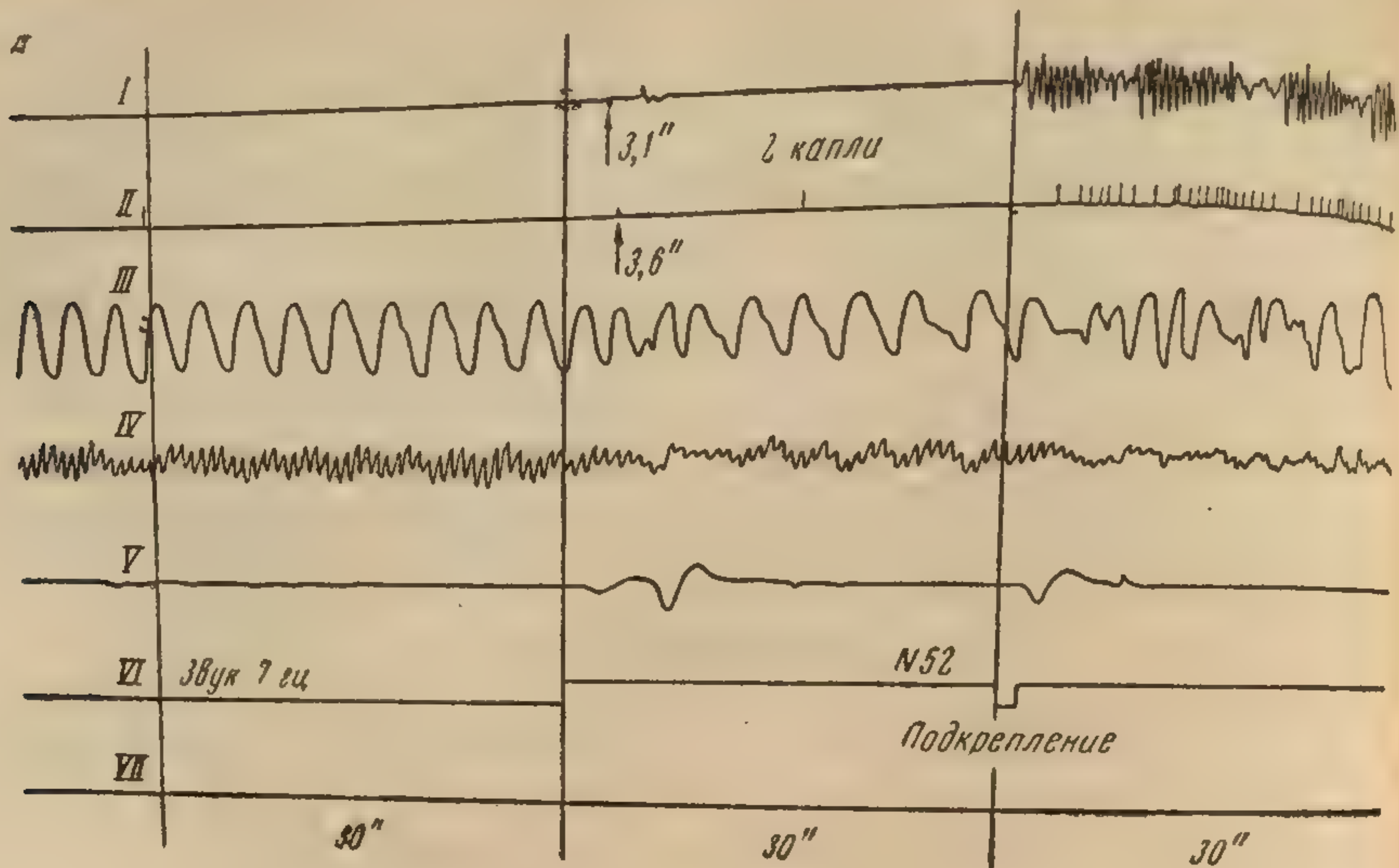


Рис. 11. I

Время
между
раздра-
жения-
ми в
мину-
тах

2 1/2
3 1/2
2

4
6
5

4
3
4 1/2

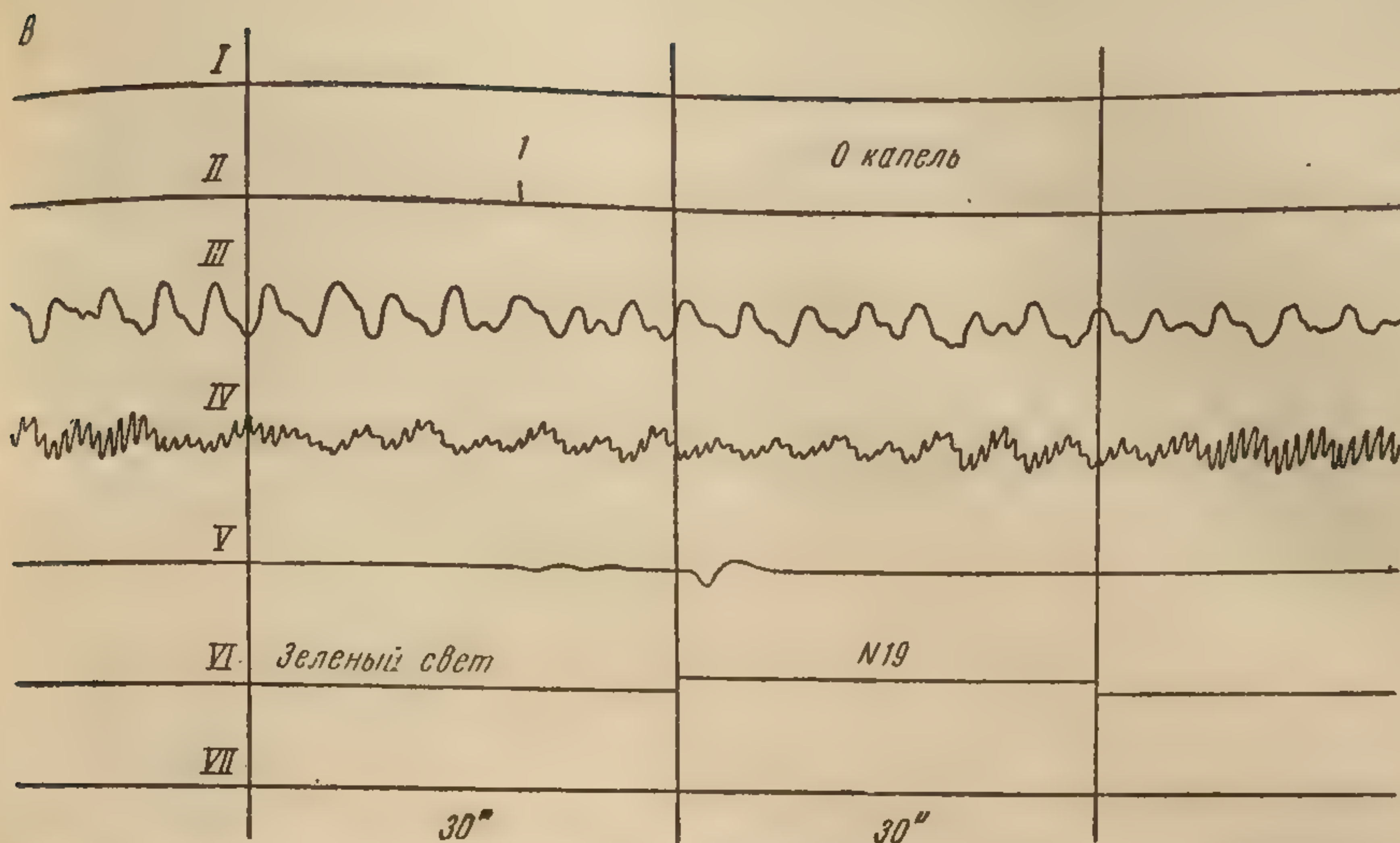


Рис. 11. Исследование высшей нервной деятельности у Нади С. после умственной работы в классе (опыт 24, 13/IX 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

Таблица 8

Протоколы исследований Тани Л., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 10, 8/II 1961 г., начало 13 часов 10 минут												
31 $\frac{1}{2}$	23	Звук 7 герц	6	2,6	0,5	3,3	2,5	6	5,0	Нет	Нет	+
31 $\frac{1}{2}$	22	Красный свет	8	3,6	0,8	2,6	3,0	5	4,5	»	»	+
2	11	Зеленый »	1	2,6	Нет	2,6	2,6	5	4,0	»	»	0
Исследование 24, 18/V 1961 г., начало 13 часов 49 минут												
4	55	Звук 7 герц	4	1,8	0,3	2,6	3,1	5,0	3,5	Нет	Нет	+
6	47	Красный свет	8	2,0	0,4	2,8	3,3	4,5	3,5	»	»	+
5	28	Зеленый »	1	8,6	Нет	3,3	3,3	5,5	4,5	»	»	0
Исследование 27, 6/IX 1961 г., начало 14 часов 16 минут												
4	61	Звук 7 герц	4	5,0	0,3	3,2	3,2			Нет	Нет	+
3	53	Красный свет	4	3,8	0,3	3,0	3,0			»	»	+
41 $\frac{1}{2}$	32	Зеленый »	1	6,0	Нет	3,1	3,1			»	»	0

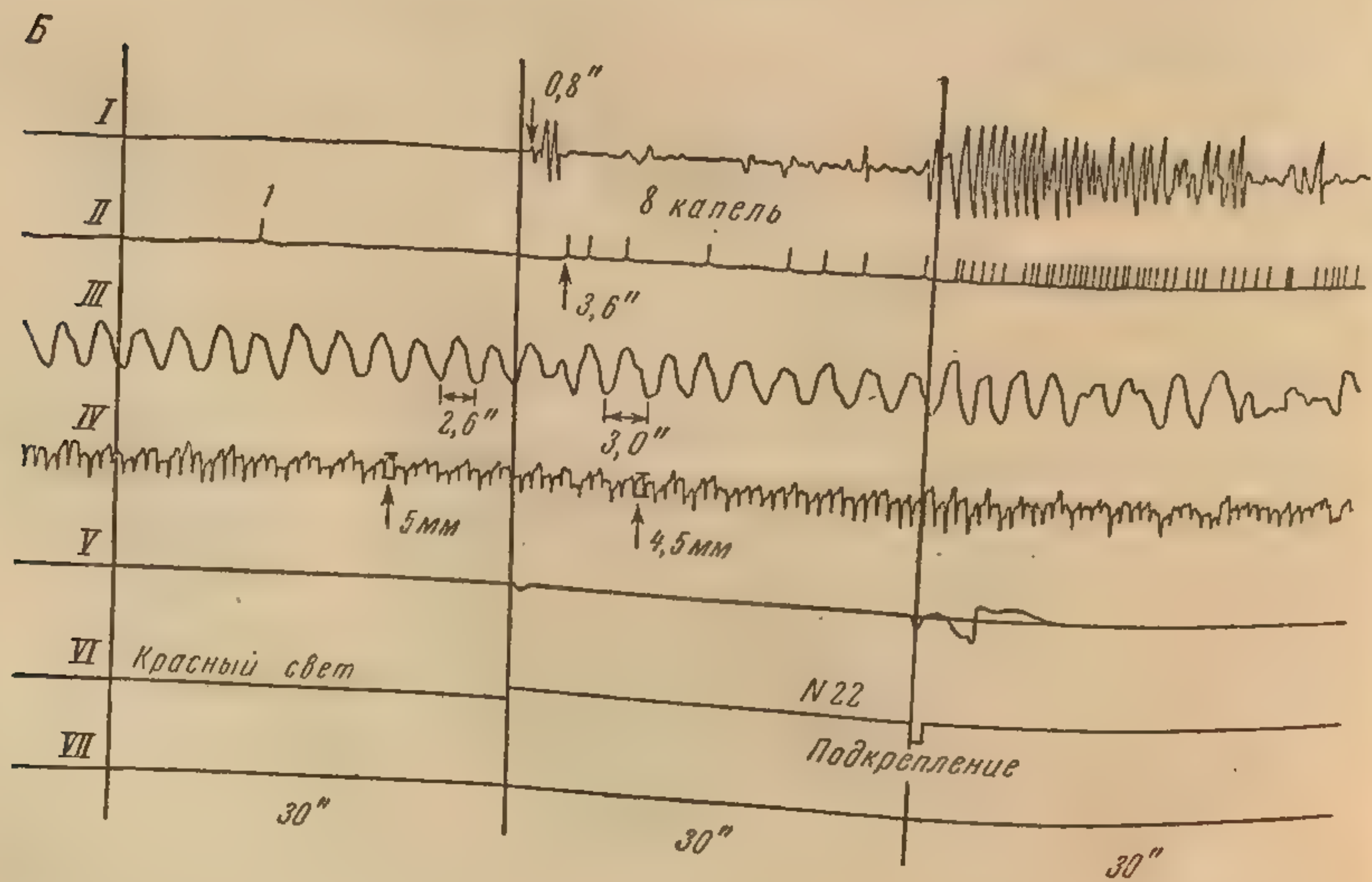
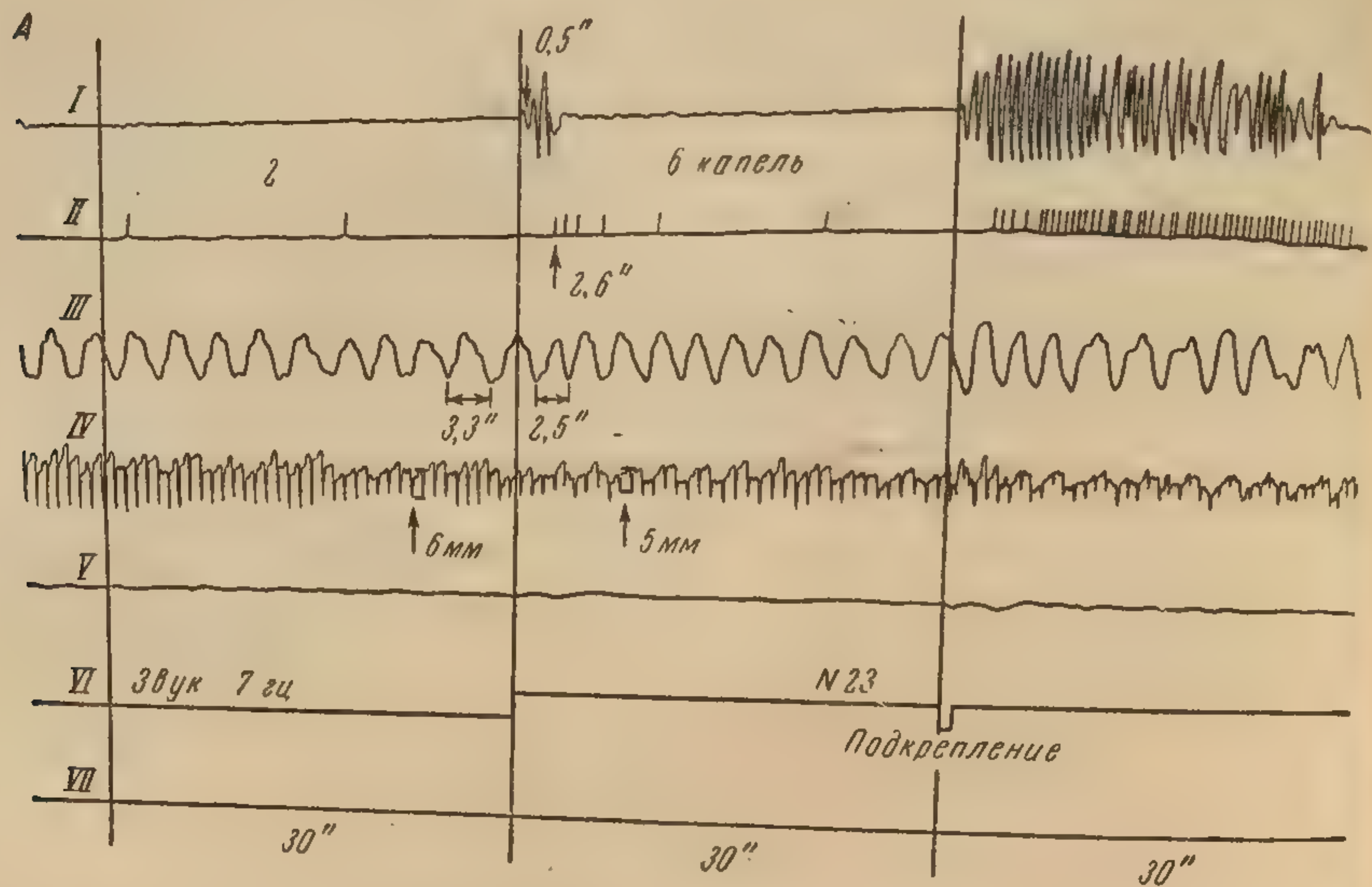


Рис 12.

Ск
парадо
лушар
мальн
исслед
тормо
П
И
парад
была
инчест
он кр
сосуди
циров

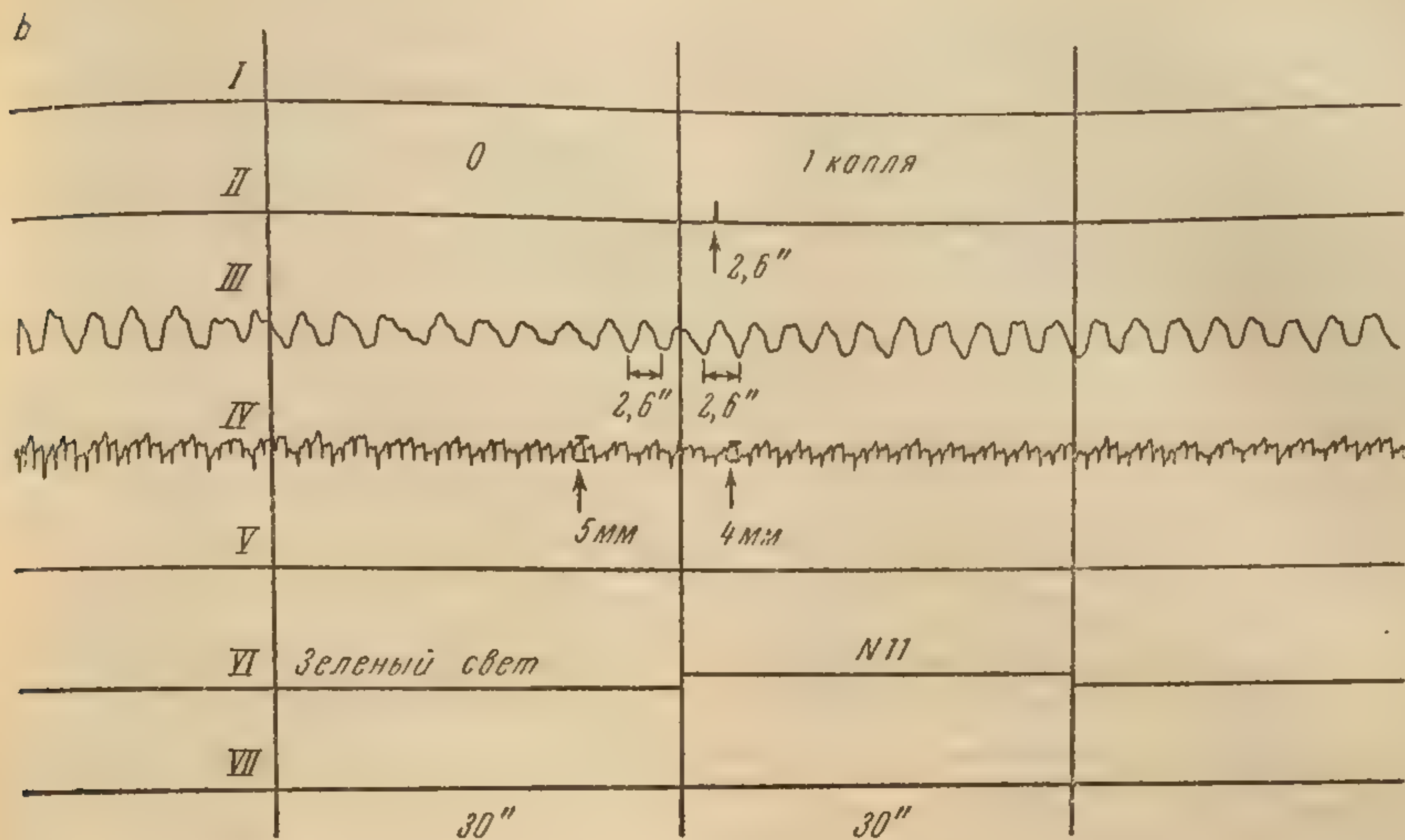


Рис. 12. Исследование высшей нервной деятельности у Тани Л., 14 лет, после умственной работы в классе (опыт 10, 8/II 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

Систематическое исследование условных рефлексов выявило у нее парадоксальную и уравнительную тормозные фазы в коре больших полушарий. Иногда были и такие дни, когда можно было наблюдать нормальные силовые отношения условнорефлекторных ответов (например, исследование 23), но в подавляющем большинстве случаев имелись тормозные фазы.

Приводим протоколы 3 исследований (табл. 8) Тани Л.

Исследование 10, представленное в табл. 8 (рис. 12), выявляет парадоксальную фазу: на сильный сигнал (звук) условная секреция была 6 капель, а на слабый (красный свет) — 8 капель. Кожно-гальванического компонента в условных рефлексах нет, в безусловной реакции он крайне незначителен на звук и несколько больше на красный свет, сосудистый компонент также не выражен (рис. 12, А и Б). В дифференцировке полностью отсутствуют вегетативные компоненты (рис. 12, В).

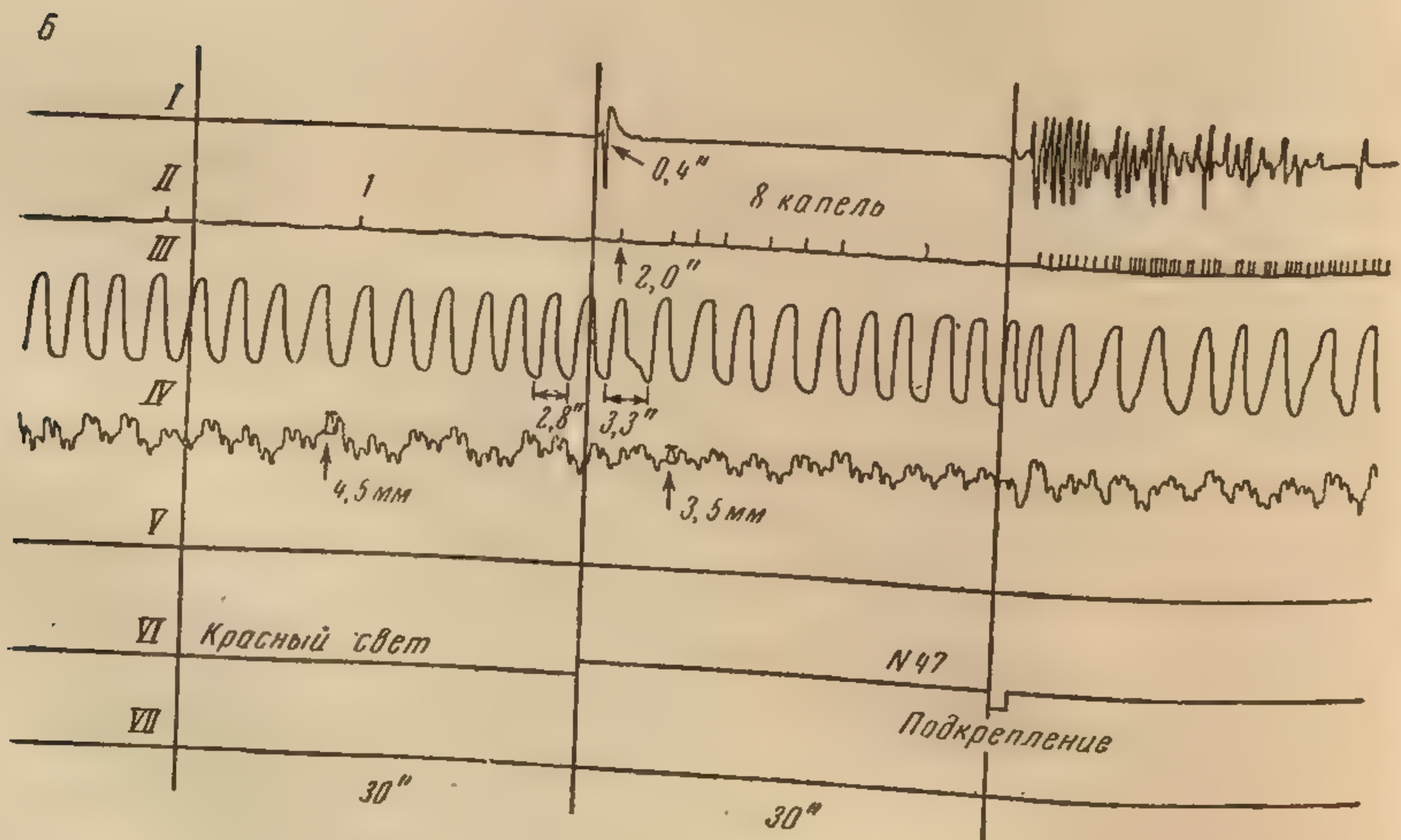
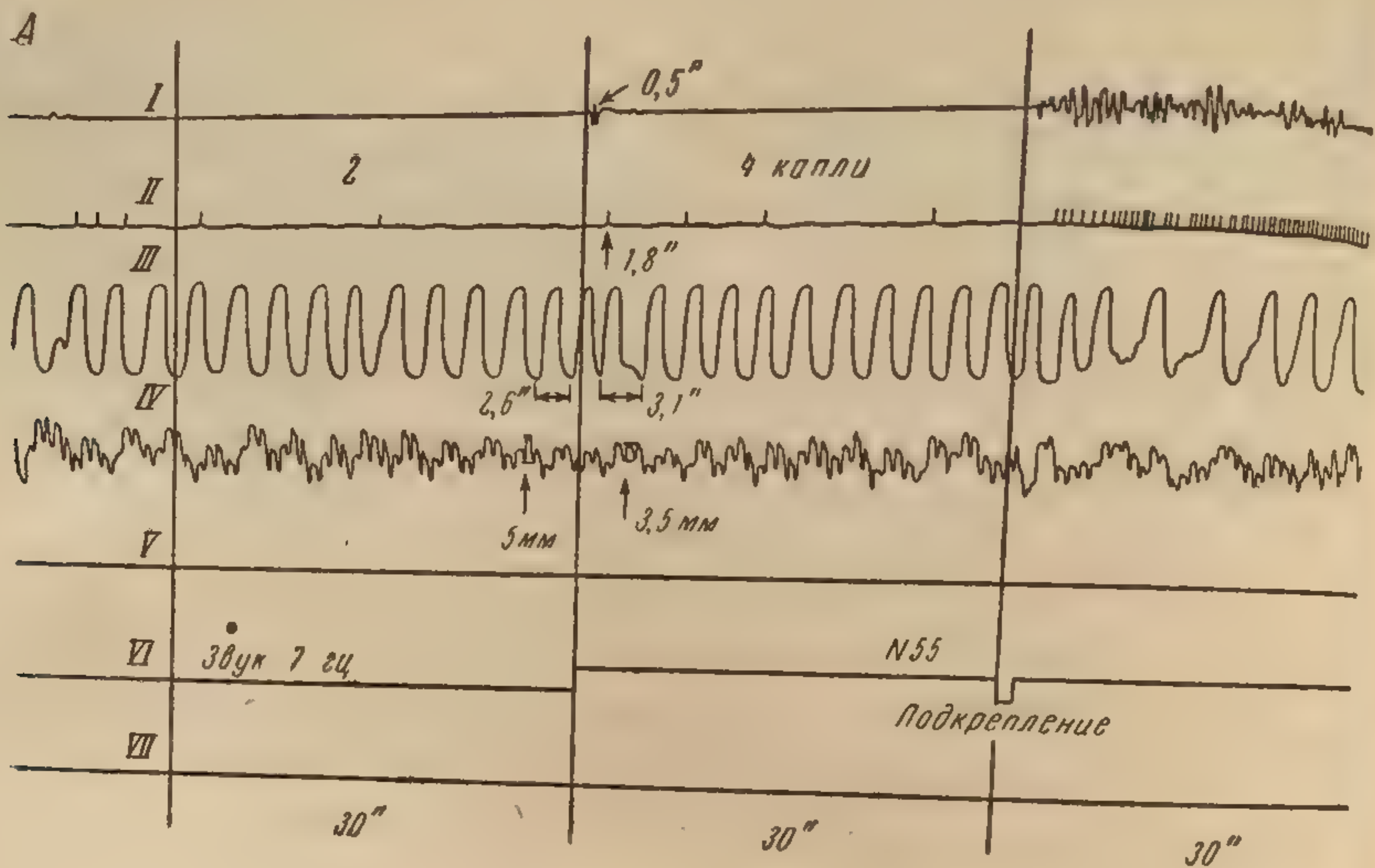


Рис 1

ния
 4 ка
 след
 кра
 не
 нич
 ног

как
 осн
 кор
 ди

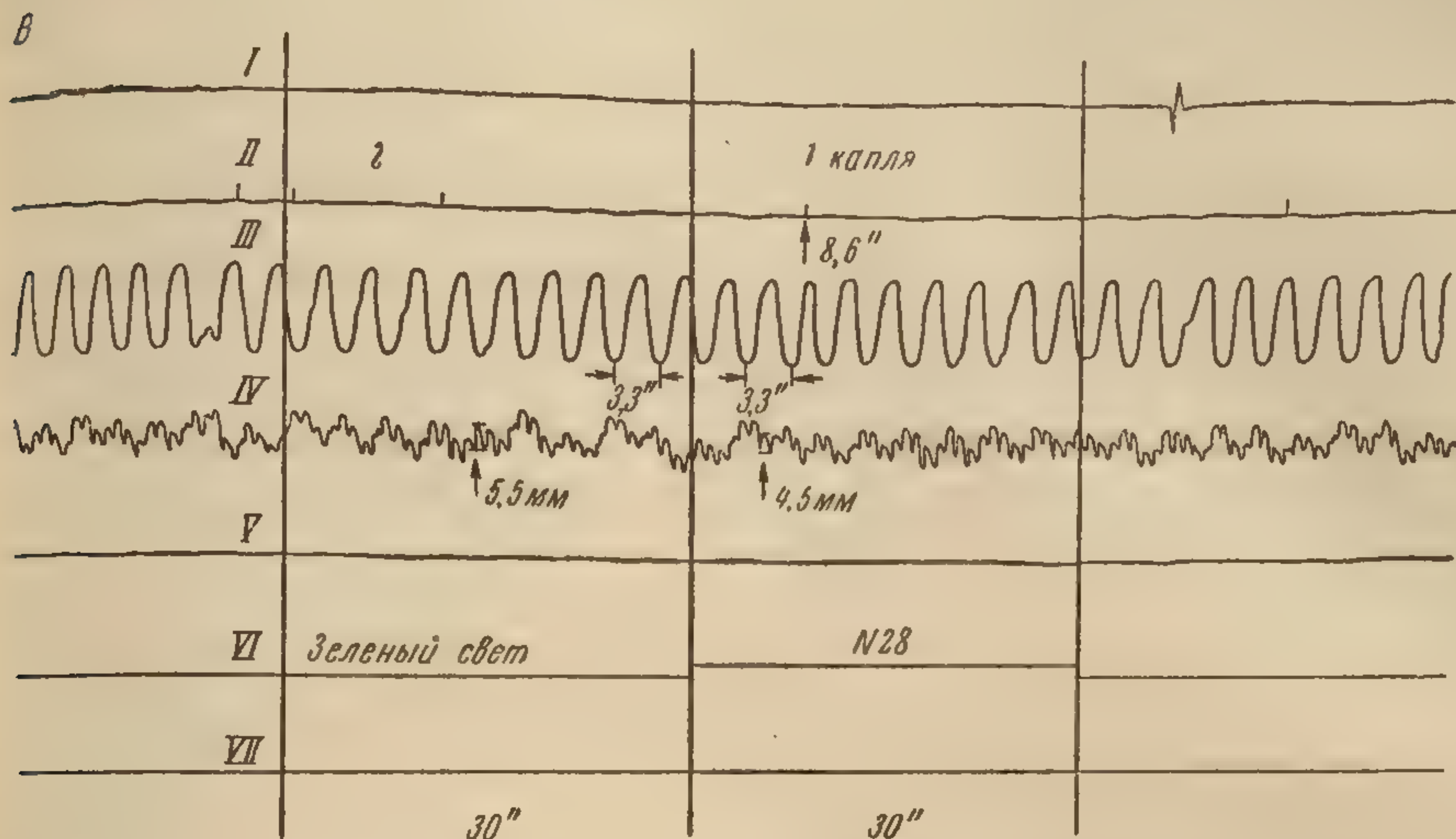


Рис. 13. Исследование высшей нервной деятельности у Тани Л. после умственной работы в классе (опыт 24, 18/V 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

В последующем исследовании 24 (рис. 13) парадоксальные отношения величин условных рефлексов выражены еще резче (на звук — 4 капли, на красный свет — 8 капель), все остальное так же, как и в исследовании 10.

В исследовании 27 наблюдается парадоксальная фаза: на звук и красный свет выделилось по 4 капли, вегетативные компоненты также не выражены (рис. 14), как и в опыте 10. Имеется лишь кожно-гальванический компонент на пищевое подкрепление сахарной клюквой красного света

Заключение

Основным количественным законом теории условных рефлексов, как показала школа И. П. Павлова, является «закон силы». Чтобы на основании этого закона анализировать фазовые изменения деятельности коры больших полушарий ребенка при умственном утомлении, необходимо было соблюдать методические условия проявления этого закона.

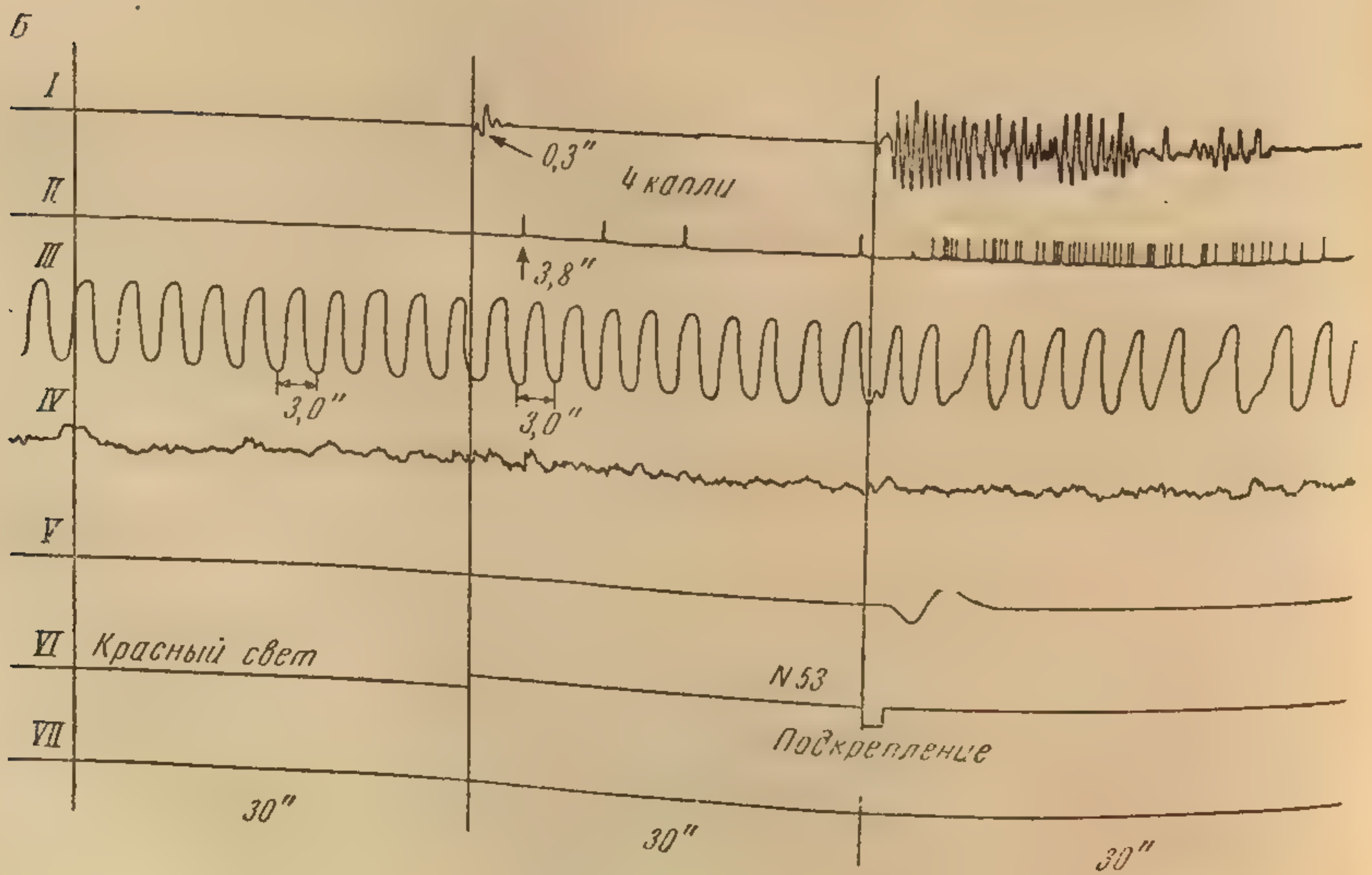
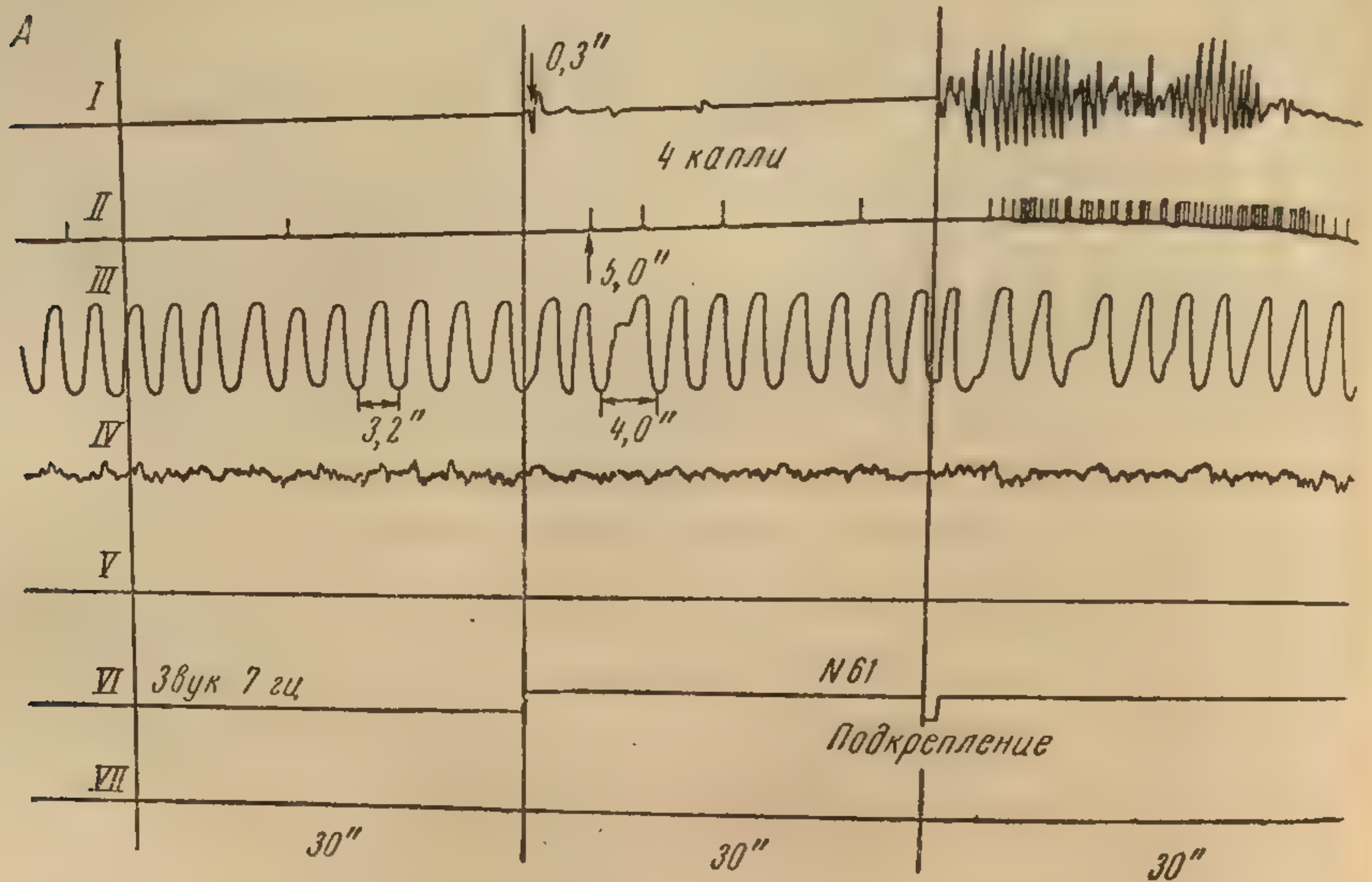


Рис. 14

Кни
став
упот
(отс
выра
меж
на в

же с
но и
защ
сист
разд
гиче

ракт
дня

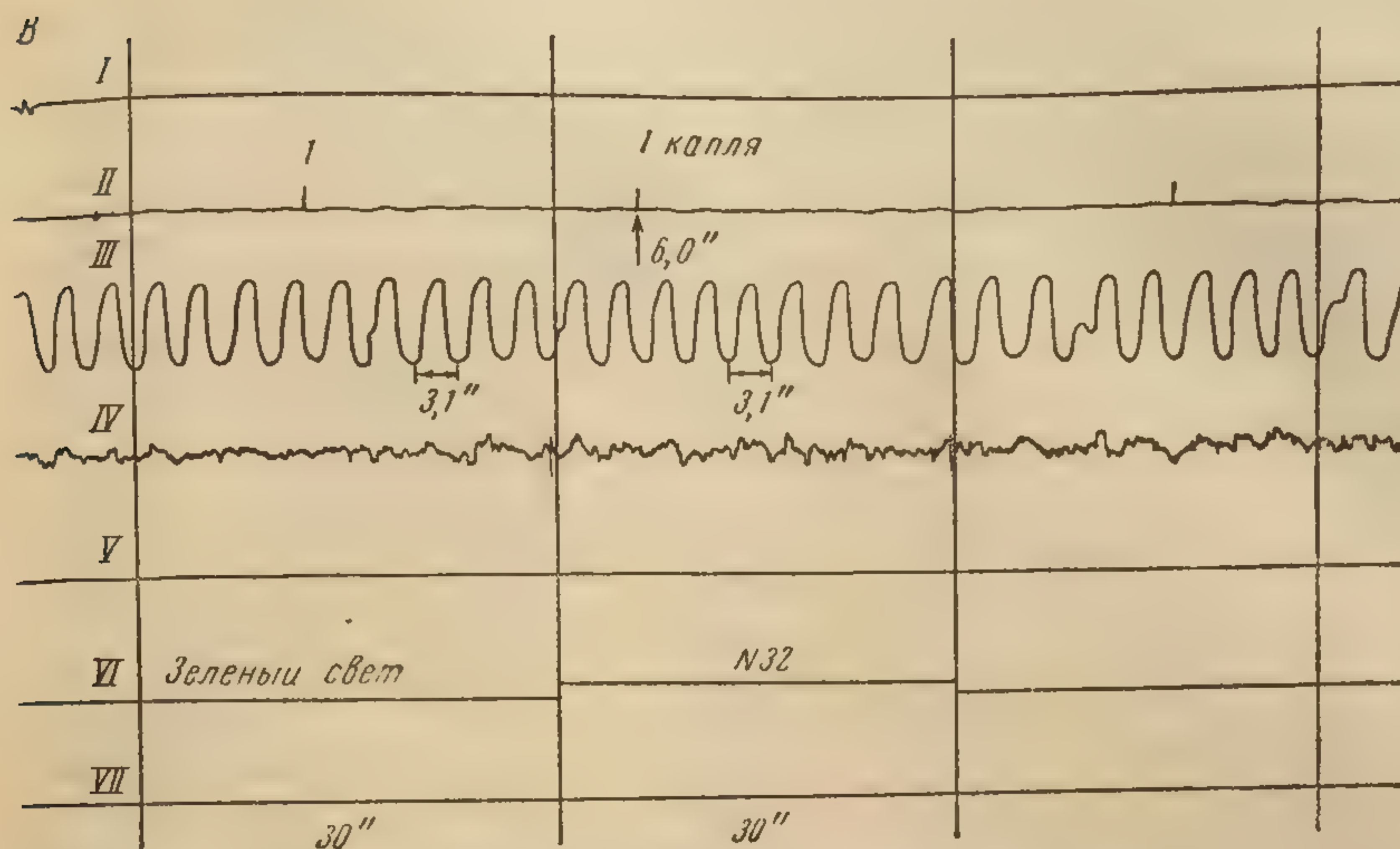


Рис. 14. Исследование высшей нервной деятельности у Тани Л. после умственной работы в классе (опыт 27, 6/IX 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

К ним относятся: одинаковое пищевое подкрепление, определенное отставление условного раздражителя от безусловного (на 30 секунд) при употреблении в начале и конце исследования совпадающих раздражений (отставление условного раздражителя всего на 5 секунд), чтобы не вырабатывался запаздывающий условный рефлекс, разные промежутки между условными раздражителями, чтобы не вырабатывался рефлекс на время.

Как показали многочисленные работы школы И. П. Павлова, а также его учеников, фазовые явления могут быть не только при неврозах, но и у здоровых животных и людей при гипнотических состояниях как защитная реакция на чрезмерные требования к центральной нервной системе при суммировании многократных и одинаковых, хотя и слабых раздражений. При этом фазовые состояния не имеют свойства патологической инертности, характерной для патологии.

Корковая деятельность больших полушарий исследуемых детей характеризовалась различными фазовыми изменениями вследствие изодня в день повторяющейся большой умственной нагрузки (от 7 до 11 ча-

сов занятий в день). При этом в большинстве случаев наблюдались тормозные фазы. У одних детей преимущественно развивались уравнивательные тормозные фазы, у других парадоксальные. Это было при употреблении непосредственных условных раздражителей, адресующихся в первую сигнальную систему. При экстренной замене стереотипа непосредственных раздражителей на соответствующий ему стереотип речевых раздражителей можно было видеть, как уравнивательная тормозная фаза сменялась парадоксальной фазой (например, у Вени К., 10 лет).

Фазовые состояния можно было наблюдать как при применении раздражителей первой сигнальной системы, так и адекватных им речевых раздражений. Однако однозначности этих состояний при работе с непосредственными и речевыми сигналами мы не наблюдали. Не были они однозначны и у различных детей, отличающихся по возрасту, индивидуальным и типологическим особенностям. Эта неоднозначность особенно ярко видна у ребенка — возбудимого сангвиника, мозговая деятельность которого характеризовалась не тормозными, как у подавляющего большинства детей, а эксцитаторными фазами (Алик М., 13 лет), именно простой и уравнивательной фазами повышенной возбудимости. У младших детей парадоксальная фаза наблюдалась как при непосредственных, так и при речевых раздражениях (Женя О., 7 лет).

Особенно важно подчеркнуть то, что фазовые состояния хотя и были длительными, но патологическая инертность отсутствовала. В некоторых случаях дети сами легко выводились из фазовых состояний. Причиной этому были или случайно выпадавший на долю ребенка отдых (например, Володя В., 14 лет), или положительные эмоции, или, наконец, само собой складывающееся некоторое уменьшение учебной нагрузки. Редко, но у детей в зависимости от их индивидуальных особенностей были отдельные дни, когда фазовые изменения отсутствовали. Таким образом, фазовые явления не были инертны, и детям при соответствующей организации их режима, как следует думать, можно сравнительно легко вернуть оптимальную возбудимость больших полушарий головного мозга. Симптомы, связанные с фазовыми изменениями деятельности, вызванными умственным утомлением, являются, естественно, защитной реакцией здорового мозга ребенка. Поэтому они легко устраняются отдыхом и специальными естественными рефлекторными воздействиями на мозг ребенка. Этот вопрос будет разобран в главе IX.

Глава IV

КОРКОВО-ПОДКОРКОВЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРИ УМСТВЕННОМ УТОМЛЕНИИ ДЕТЕЙ

Современные представления о взаимодействии коры и подкорковых образований головного мозга

Согласно представлениям И. П. Павлова (1951), высшая нервная деятельность складывается из деятельности больших полушарий и подкорковых образований, представляя собой объединенную деятельность этих двух важнейших отделов центральной нервной системы.

Подкорковые образования, по И. П. Павлову, являются центрами важнейших безусловных рефлексов или инстинктов: пищевого, оборонительного, полового, исследовательского (ориентировочного), родительского и т. п., представляя, таким образом, основные стремления, главные тенденции животного организма. В подкорковых центрах заключен фонд основных внешних жизнедеятельностей организма, существеннейшая основа высшей нервной деятельности. Однако, указывает И. П. Павлов, хотя собака без больших полушарий обнаруживает все эти деятельности, она тем не менее, предоставленная себе, непременно и скоро погибнет. Она не сможет отвечать на огромную массу раздражителей, падающих на нее из внешнего мира, не сможет приспособиться к изменчивости окружающей среды.

Дело в том, что физиологически подкорковые центры характеризуются инертностью в отношении как раздражения, так и тормозных процессов. Хорошо известен факт, что если в больших полушариях часто и быстро возникает торможение, то подкорковые центры, будучи очень сильными, лишены реактивного и подвижного торможения.

Так, ориентировочный рефлекс на слабые и средней силы внешние раздражения у нормальной собаки угасает при помощи торможения через 3—5 повторений, а у собаки без больших полушарий нельзя дождаться конца его при повторениях раздражения достаточной силы.

То же наблюдается с рефлексом свободы (реакция борьбы при ограничении движений животного). Если нормальная собака очень легко может задержать этот рефлекс почти постоянно, то у собаки без полушарий невозможно достигнуть задерживания его, она в течение месяцев и даже лет неизменно обнаруживает при этом яростную агрессивную реакцию.

Большие полушария обеспечивают животному ориентировку в окружающей среде. Они преодолевают указанную косность подкорковых центров как в отношении раздражения, так и в отношении торможения. Они глубоко и широко анализируют и синтезируют внешнюю среду: то выделяют, то сливают отдельные элементы, чтобы сделать эти элементы или комбинации из них бесчисленными сигналами основных необходимых условий внешней среды, на которые устремлена и установлена деятельность подкорковых образований головного мозга. «На фоне грубой деятельности, осуществляемой подкорковыми центрами, кора как бы вышивает узор более тонких движений, обеспечивающих наиболее полное соответствие с жизненной обстановкой животного. В свою очередь подкорка оказывает положительное влияние на кору больших полушарий, выступая в качестве источника их силы»¹.

Таким образом, рассматривая соотношение деятельности коры и подкорки в единой высшей нервной деятельности, И. П. Павлов специально подчеркивал, что «подкорка является источником энергии для всей высшей нервной деятельности, а кора играет роль регулятора по отношению к этой слепой силе, тонко направляя и сдерживая ее»².

Из изложенного И. П. Павлов делал вывод в отношении того, какие проблемы подлежат изучению в высшей нервной деятельности. Он считал, что необходимо изучать три основных проблемы: 1) безусловные сложнейшие специальные рефлексы, деятельность базальных ганглий как фундамент внешней деятельности организма, 2) деятельность коры и 3) способ соединения и взаимодействие этих ганглий и коры.

И. П. Павлов и его сотрудники наиболее подробно и глубоко изучили деятельность коры больших полушарий. Однако недостаточно известным оставался механизм связи базальных ганглиев с большими полушариями.

Развитие за последние два десятилетия электрофизиологии, включая микроэлектродную технику и нейрофармакологию, а также появление новых эндокринных и гормональных препаратов открыли новые пути и методы анализа функциональных корково-подкорковых связей, которые не были выявлены классическими морфологическими методами. Многочисленные новые исследования зарубежных и отечественных ней-

¹ И. П. Павлов. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 2. М.—Л., 1951, стр. 403.
² Там же, стр. 404—405.

рофизиологов и неврологов привели к открытию не известных до сих пор физиологических свойств ретикулярной формации мозгового ствола и таламуса.

Современная электрофизиологическая техника позволяет непосредственно учитывать электрическую активность отдельных пунктов или даже отдельных клеток в коре и всевозможных подкорковых образованиях головного мозга. В связи с этим были выяснены новые закономерности в соотношении коры и подкорки.

Наличие универсального влияния ретикулярной формации как активатора нервных процессов коры больших полушарий в настоящее время признано всеми. Однако корковая регуляция функций ретикулярных образований головного мозга оказалась меньше изучена, хотя вряд ли можно переоценить эти влияния, необходимые для постоянной координации нервных процессов в единой высшей нервной деятельности.

Кратко останавливаясь на основных фактах, бывавленных морфофизиологическим изучением ретикулярной формации, мы считаем целесообразным выделить два вопроса: а) влияние ретикулярной формации на центры головного мозга, б) корковая регуляция функций ретикулярной формации.

Восходящее влияние ретикулярной формации

Морфологическая структура ретикулярной формации была подробно описана еще в прошлом столетии В. М. Бехтеревым (1885, 1896), а затем Рамон Кахалем (Ramon y S. Cajal, 1909, 1911). Бехтерев впервые описал ряд центров и путей ретикулярной формации. Последняя, напоминая под микроскопом сеточку (*reticula*), из-за чего Дейтерс (Deiters, 1865) дал ей название *formatio reticularis*, простирается от продолговатого мозга до таламуса, проходя через варолиев мост, средний и промежуточный мозг, захватывая задний гипоталамус и субталамическую область. Ретикулярная формация состоит из клеток различных размеров и форм, разбросанных внутри этого образования, и окруженных сложными сетями волокон, идущих по всем направлениям. Нельзя не подчеркнуть, что физиолог вкладывает в понятие ретикулярной формации функциональный смысл, морфолог — анатомический без учета функции этих сетчатых структур. На это противоречие специально указал лучший знаток строения ретикулярной формации Альф Брода (1960). В своей монографии Брода (1960) подчеркивает неопределенность эпитета «ретикулярная» в связи с тем, что эта формация организована не диффузно, а подразделяется на ряд областей, особых клеточных групп, которые различаются по citoархитектуре, волокнистым связям и внутренней организации. Эти области ретикулярной формации не

могут считаться независимыми одна от другой, так как характер их связей свидетельствует, по Бродалу, о широких возможностях их взаимодействия. Ольшевский (Olszewski, 1954), детально изучивший ретикулярную формацию мозгового ствола человека, описал в ней 98 отдельных ядер. Согласно Ольшевскому (1954), достаточно познакомиться со структурным делением ретикулярной формации у одного из четырех млекопитающих — кролика, кошки, обезьяны или человека, чтобы распознать соответствующие клеточные группы у каждого из них. Мезен и Ольшевский (Meessen и Olszewski, 1949) дают специальный атлас главных ядер ретикулярной формации кролика, Бродал описывает ядерные группы мозгового ствола кошки. Г. П. Жукова и Т. А. Леонтович (1960) включают в ретикулярную формацию определенные структуры спинного мозга (межуточная зона и прилежащие участки задних и передних рогов), гипоталамус, субталамус, преоптическое поле, комплекс ядер таламуса и некоторые структуры конечного мозга.

Подробное изложение структуры ретикулярной формации можно найти в переведенной на русский язык великолепной монографии Бродала (1960). Полная сводка морфологических работ дана в переведенной на русский язык монографии Джигана Росси и Альберто Цанкегги (1960), в кратком виде она приведена в обзоре А. В. Вальдмана (1961). В этих работах имеется подробное описание связей ретикулярной формации с корой и другими образованиями центральной нервной системы. В области ретикулярной формации расположены такие важные центры, как дыхательный и сосудодвигательный, а также ядра черепномозговых нервов. Кроме того, она тесно связана с вегетативными ядрами таламуса, имеет многочисленные коллатерали к специфическим основным афферентным и эфферентным путям.

Исследования функции ретикулярной формации тесно связаны с изучением электроэнцефалограммы.

Еще немецкий психиатр Ганс Бергер (Berger, 1929), впервые записавший электроэнцефалограмму человека через неповрежденный череп, нашел, что электроэнцефалограмма во время сна имеет большие медленные волны, а во время бодрствования она уплощена. Если люди открывают глаза или испытывают какие-либо афферентные раздражения, у них происходит генерализованная десинхронизация (блокада) альфа-волн. Затем Джаспер и Райнбергер (Jasper, Rheinberger, 1937) обнаружили на кошке, что самые различные раздражения (имеющие разную чувствительную характеристику: тактильные, звуковые, световые и т. д.), вызывают одинаковую, характерную для бодрствования низковольтную быструю активность, названную «активацией электроэнцефалограммы» или «десинхронизацией электроэнцефалограммы» (Adrian, Matthews, 1934). Согласно Эдриану (Adrian, 1947), афферентные импульсы периодически нарушают согласованность разрядов корковых нейронов, в ре-

результате чего электроэнцефалограмма, характеризующая реакцию пробуждения, имеет обширную десинхронизацию мозговых ритмов.

В это же время Бремер (Bremer, 1935, 1936, 1937) впервые показал, что электрическая активность полушарий головного мозга после перерезки спинного мозга на уровне первого шейного сегмента сохраняет вид, характерный для бодрствования (препарат бодрствующего мозга — «*encéphale isolé*»). После перерезки головного мозга на уровне среднего мозга между буграми четверохолмия электроэнцефалограмма приобретала вид, характерный для сна (препарат спящего мозга — «*cerveau isolé*»). На основании своих наблюдений Бремер пришел к выводу, что сон возникает вследствие деафферентации полушарий мозга. Он полагал, что поддержание «тонуса коры» осуществляется через специфические афферентные проекционные пути, идущие к коре, так как неспецифические пути тогда не были известны.

Важным вкладом в современные представления о корково-подкорковых взаимоотношениях явилась статья профессора Джузеппе Моруцци (ныне директора Института физиологии Пизанского университета) и профессора Горацио Мэгуна — ныне директора Института мозга в Лос-Анжелосе (Moruzzi, Magoun, 1949). Эта работа показала, что прямое электрическое раздражение ретикулярной формации ствола мозга воспроизводит электроэнцефалографическую реакцию пробуждения, характерную для активации, связанной с бодрствованием. Авторы доказали, что влияние ретикулярной формации осуществляется посредством импульсов, идущих по восходящим нервным путям, отличным от классических сенсорных путей. Далее авторы предположили, что поведенческая и электроэнцефалографическая картина препарата «*cerveau isolé*» обусловлена «выключением пробуждающего влияния восходящей ретикулярной системы».

Это предположение подтвердили опыты с повреждением ретикулярной формации среднего мозга при сохранении классических сенсорных путей (Lindsley, Bowden, Magoun, 1949; Lindsley, Schreiner, Knowles, Magoun, 1950).

Первые же публикации Мэгуна и Моруцци о функции ретикулярной формации вызвали огромный интерес среди физиологов всего мира. Они побудили морфологов выявлять новые нервные пути и связи внутри самой ретикулярной формации, а также ее связи с другими отделами центральной нервной системы. Однако часто физиологические исследования опережали морфологические и открывали все новые и новые пути исследования. Были выявлены внутри ретикулярной формации мозгового ствола дифференцированные восходящие и нисходящие активирующие и тормозящие системы. В связи с этим бурно стала развиваться нейрофармакология, имеющая непосредственное отношение к ретикулярной формации. Была выявлена двусторонняя связь между мозговой корой и

подкорковыми образованиями, схождение корково-подкорковых специфических связей к ретикулярной формации в верхней части мозгового ствола.

Многочисленные исследования привели к представлению функциональной схемы «восходящей активирующей системы».

Ретикулярная формация, согласно этой схеме, связана коллатеральными со всеми афферентными системами, воспринимает афферентные сигналы от всех внутренних и внешних структур организма и направляет суммарный поток афферентных импульсов вверх, к кортикальным нейронам, активируя, таким образом, их деятельность. Следует сказать, что реакцию активации, которую описал еще Бергер (1929) как блокаду альфа-волн, называют по-разному: как реакцию десинхронизации, как реакцию пробуждения (*arousal*), как реакцию настораживания (*alert*), как реакцию внимания (*attention*). При этой реакции наблюдается смена медленного, высоковольтного синхронного ритма коры мозга на низковольтную, быструю электрическую активность, имеющую асинхронный ритм.

Представления, сформулированные Мэгун и Морucci (1949), подверглись многочисленной экспериментальной проверке и уточнению. Избирательное разрушение стволовой части ретикулярной формации всегда приводило к коматозному состоянию, продолжавшемуся до гибели животных. Перерезка же специфических путей на уровне среднего мозга не влияла на бодрствование животного, а любое сенсорное раздражение при этом давало реакцию десинхронизации электроэнцефалограммы, только скрытый период этой реакции был очень велик, достигая 2—3 секунд (Lindsay, Schreiner, Knowles, Magoun, 1950; French, Magoun, 1952).

Этот факт ясно показывает, что активация специфических восходящих афферентных путей не является причиной реакции активации электроэнцефалограммы. Последняя осуществляется через центральный ретикулярный механизм.

Область ствола головного мозга, электрическое раздражение которой может вызвать реакцию активации электроэнцефалограммы, впервые определили Морucci и Мэгун (1949), затем Старцл, Тейлор и Мэгун (Starzl, Taylor, Magoun, 1951) дали подробную карту соответствующих точек у кошек, а Френч, фон Америкенген и Мэгун (French, Amerongen, Magoun, 1952) представили такую же карту у обезьян. Эти возбудимые области совпадали у обоих животных. В дальнейшем такие карты были построены для других животных (морских свинок, кроликов, крыс).

В упомянутой работе Линдсли, Шрайнера, Ноулса, Мэгун (1950) было также показано, что перерыв специфических таламических афферентных путей при разрушении специфических ядер таламуса мало влияет на ритмы коры. Реакция активации электроэнцефалограммы мо-

жет быть вызвана прямым высокочастотным раздражением неспецифических ядер таламуса в препарате «cerveau isolé» или при раздражении мезэнцефалической ретикулярной формации (Starzl, Whitlock, 1952).

Аналогичные результаты были получены и на человеке в клинике (Hasseler, Riechert, 1954). Эти особенности неспецифических ядер таламуса заставили отнести их к системе ретикулярной формации. Их рассматривают сейчас (Пенфилд, Джаспер, 1958) как самый передний отдел активирующей восходящей системы.

Шарплесс и Джаспер (Sharpless, Jasper, 1956) на основании всех своих наблюдений предложили различать в восходящей ретикулярной системе два компонента: нижний — тонический и верхний — фазический. Согласно этим авторам, активирующая ретикулярная система поддерживает активное состояние центральной нервной системы и концентрирует внимание при появлении нового или биологически значимого раздражителя. Она должна быть чувствительна к малейшим изменениям качества раздражителей, воздей-

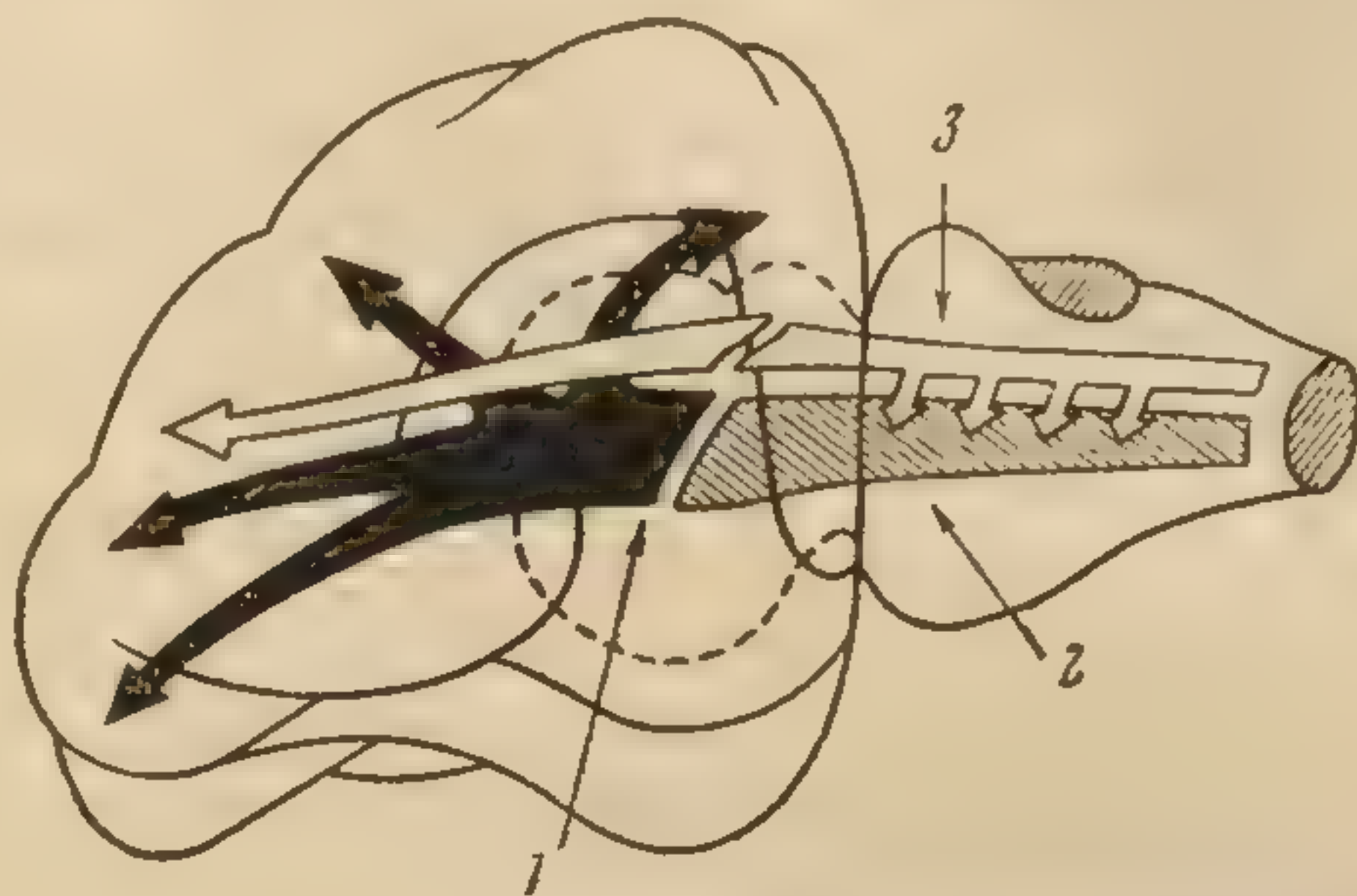


Рис. 15. Схема взаимоотношений активирующей системы и прямых путей специфической чувствительности (по Мэгуну в модификации Кинга, 1956).

1 — диффузная таламическая проекция; 2 — восходящая активирующая система ствола мозга; 3 — прямой путь специфической чувствительности.

ствующих на рецепторы организма, должна вызывать быстрые, кратковременные изменения реактивности центральной нервной системы. По Шарплессу и Джасперу, только диэнцефальная (таламическая) часть обладает этими свойствами. Более каудальная часть ретикулярной формации, пишут авторы, способна лишь грубо дифференцировать раздражители и вызывать длительные стойкие изменения реактивности. Ретикулярная система нижней части ствола хорошо приспособлена к поддержанию бодрствования в течение длительных периодов времени, но не способна вызвать внезапные кратковременные изменения реактивности, которые должны возникать в ответ на высокоспецифичные раздражители, чтобы обеспечить реакцию бодрствующего животного в соответствии с требованиями окружающей среды. Отсюда Шарплесс и Джаспер делают вывод, что неспецифическая таламическая система приспособлена для организации процессов внимания у бодрствующего животного. С этим выводом авторов согласен и Мэгун (Magoun, 1958) (рис. 15).

Итак, различные авторы в многочисленных экспериментах (наиболее полную их сводку можно найти в прекрасной монографии Росси и Цанкетти, опубликованной в переводе на русский язык в 1960 г.) показали, во-первых, что раздражение специфических сенсорных образований различными адекватными стимулами вызывает диффузную реакцию активации. Сюда относятся зрительные, звуковые, обонятельные, тактильные, вестибулярные, проприорецептивные, болевые и, наконец, интерорецептивные раздражения. Росси и Цанкетти указывают, что реакция пробуждения в этих случаях вызывается вторично, через коллатерали к ретикулярной формации, ибо перерыв или разрушение ретикулярной формации прекращает эту реакцию при действии перечисленных стимулов, несмотря на полную анатомическую сохранность специфических афферентных путей и образований. Во-вторых, при раздражении коры реакция активации вызывается только с тех областей, которые имеют тесные связи с ретикулярной формацией. В-третьих, экстирпация специфических проекций коры (первичных зон), перерезка мозолистого тела и горизонтальная изоляция участка коры не снимают генерализованной реакции активации. Вместе с тем у препарата «спящего мозга» («cerveau isolé») раздражение коры не в состоянии вызвать реакции пробуждения (Mollica, 1958).

Таким образом, становится ясным, что реакция активации осуществляется не корой, а подкорковыми образованиями. Что же касается возможности вызвать ее через специфические структуры, то это следует объяснить многочисленными связями последних с ретикулярной формацией ствола и неспецифическим таламусом.

Для нас особый интерес представляют вегетативные сдвиги, получаемые при прямом раздражении ретикулярной формации.

Как показали исследования, проведенные в лаборатории Вана (Wang, 1958, 1959; Wang, Stein, Brown, 1956a, б), перерезка ретикулярной формации на разных уровнях вызывает изменения кожно-гальванического рефлекса.

При раздражении ретикулярной формации на всем ее протяжении происходит изменение артериального давления, особенно сильные изменения наступают при раздражении ее отделов в области варолиева моста и продолговатого мозга (Kabat, Magoun, Ranson, 1935; Wang, Ranson, 1939; Moffit, Lim, 1955; Dell, 1958; Domino, 1958; Ingvar, 1958; Kanno-Hajme, 1960). Усиливаются и учащаются сердечные сокращения (Peiss, Midde, Rondall, Johnes, 1956; Peiss, 1958).

При раздражении среднего мозга наступало изменение просвета сосудов уха кролика на фоне общей ориентировочной реакции (Пономарева, 1956; Авроров, 1956). Менялись сосудистые условные и безусловные рефлексы при раздражении коры больших полушарий (Орлов, 1955, 1958) и межуточного мозга.

При прямом раздражении ретикулярной формации изменяется дыхательная реакция (Анохин, 1956; Моруцци, 1957; Ройтбак, 1959, и др.). При раздражении таламической ретикулярной формации наблюдалась задержка дыхания (Лагутина, 1955), при раздражении ее мезэнцефалического отдела — углубление дыхания, учащение пульса, изменение артериального давления (Авроров, 1956).

При раздражении бульбарного отдела ретикулярной формации отмечается одновременный сдвиг сосудистых, дыхательных и сухожильных рефлексов (Bach, 1952; Domino, 1958).

Таким образом, конвергенция вегетативной импульсации к ретикулярной формации создает основу для ее интегративной деятельности, позволяющей точную подготовку различных вегетативных функций, обеспечивающих высшую нервную деятельность в адаптационно-трофическом отношении, ее эффекторный синтез.

Очень коротко следует сказать о синхронизирующем механизме нижнего отдела ствола мозга, открытого Моруцци и его сотрудниками.

Батини, Моруцци, Палестини, Росси и Цанкетти (Batini, Moruzzi, Palestini, Rossi, Zanchetti, 1957) обнаружили, что полная перерезка ствола мозга кошки сразу же кпереди от корешков тройничного нерва на среднемостовом уровне («среднемостовой претригеминальный препарат»), произведенная электролитическим способом, не дает картины сна и характеризуется длительной реакцией активации. Напротив, перерезка ствола мозга в верхней части варолиева моста, чуть ниже границы между мостом и средним мозгом, т. е. на несколько миллиметров выше предыдущей, сопровождается длительным сном, постоянной синхронизацией электроэнцефалограммы, способной прерываться лишь краткой реакцией пробуждения на сильные обонятельные и зрительные раздражители. Авторы показали, что интактная кошка при круглосуточной записи электроэнцефалограммы, находясь в темной изолированной камере, обнаруживает бодрствование в электроэнцефалограмме и поведении в течение 40% времени (9½ часов), «среднемостовой претригеминальный препарат» бодрствует 70—90% времени, т. е. 17—21½ час в сутки (Batini, Moruzzi, Palestini, Rossi, Zanchetti, 1959).

Эти опыты с теми же результатами были повторены авторами в следующей остроумной модификации. Они функционально выключали попеременно переднюю и заднюю части варолиева моста посредством локальной инъекции малых доз барбитуратов во внутреннюю сонную артерию (через систему, которой снабжается кровью передняя часть моста) и позвоночную артерию (питающую заднюю часть варолиева моста). В первом случае у кошки наблюдалась повышенная сонливость, реакция синхронизации, во втором имели место повышенное бодрствование, реакция активации электроэнцефалограммы (Magni, Moruzzi, Rossi, Zanchetti, 1959). Эти эффекты наблюдались также на одном полу-

шарии при односторонней перерезке ствола мозга на соответствующем уровне. По данным Кордо и Манча (Cordeau, Mancía, 1958, 1959), нижний критический уровень перерезки, вызывающий стойкую десинхронизацию электроэнцефалограммы, проходит по средней части продолговатого мозга, ниже которого наблюдается уже нормальная смена сна и бодрствования, как у препарата «*encéphale isolé*». Сравнивая препараты Бремера, «спящего мозга» («*cerveau isolé*») и среднемостовой претригеминальной кошки, мы констатируем, что головной мозг в них сохраняет связь с рецепторами только через первые две пары (обонятельные и зрительные) черепномозговых нервов. Тем не менее в первом случае регистрируется синхронизация электроэнцефалограммы, а во втором — десинхронизация.

Решающее значение имеет следующее обстоятельство: поврежден или нет маленький участок нервной ткани, расположенной в нижней части среднего мозга и в верхней части варолиева моста. На основании всех этих данных Моруцци (Moruzzi, 1958) и его сотрудниками была высказана гипотеза о том, что структуры верхней части варолиева моста являются критическими для поддержания бодрствования, в структурах же нижней части моста имеется синхронизирующий механизм, который обуславливает синхронизацию электроэнцефалограммы и вызывает сон кошки при подавлении антагонистических активирующих механизмов высших уровней. Указанные факты заставили Моруцци отказаться от своей гипотезы сна, в которой последний рассматривался как результат функциональной деафферентации (Moruzzi, 1952).

Еще в 1956 г. Роже, Росси и Цирондоли (Roger, Rossi, Zirondoli, 1956) показали, что у кошек на препарате «*encéphale isolé*» двустороннее разрушение гассеровых узлов тройничного нерва вызывает смену картины бодрствования на картину сна. То же на этом препарате давали опыты указанных авторов с перерезкой афферентных волокон тройничного нерва. Возникновение сна при сохранности ствола мозга, но при двустороннем удалении гассеровых узлов было повторено и подтверждено другими исследователями (Batini, Magni, Palestini, Rossi, Zanchetti, 1959; Макулькин, 1960). Думается, что приток афферентных импульсов по тройничному нерву играет большую роль в восходящем активирующем действии ретикулярной формации. Прямым подтверждением этого являются опыты с раздражением рецепторов тройничного нерва холодом (льдом), которое приводит к разблокированию восходящей активирующей ретикулярной формации, выключенной перед этим смесью аминазина и метамизила (см. главу X).

Дальнейшие опыты с препаратом «среднемостовой претригеминальной» кошки показали, что даже полная деафферентация его, т. е. перерезка первых двух пар черепномозговых нервов, не прекращает у него состояния бодрствования (Batini, Palestini, Rossi, Zanchetti, 1959).

С этими представлениями и фактами перекликается гипотеза Жуве и его сотрудников о ромбэнцефалическом подавляющем механизме (Jouvet, Michel, Courjon, 1959a, б; Jouvet, Michel, 1959, и др.). Они выявили «парадоксальную» стадию сна, когда на короткое время в глубоком сне появляется восстановление быстрой синхронизации электрической активности в коре, промежуточном и среднем мозгу при одновременном появлении веретен в структурах варолиева моста и продолговатого мозга. Между тем обычно во время сна в электрограммах, записанных с моста и продолговатого мозга, имеется десинхронизированная активность. По-видимому, в ромбэнцефалоне имеется синхронизирующий механизм, на который периодически на 5—10 минут распространяется торможение, чем и объясняется описанная электрофизиологическая картина: вышележащие активирующие структуры ретикулярной формации высвобождаются из-под контроля этого механизма.

В этой связи очень интересны клинические наблюдения И. М. Гильман (1960) и В. Е. Майорчик (1960а, б). И. М. Гильман наблюдала стойкую гиперсинхронизацию альфа-ритма у больных с опухолью задней черепной ямки и сдавлением нижней части ствола, вызывающим раздражение нижнестволовых синхронизирующих структур.

В многочисленных нейрохирургических операциях на мозге человека В. Е. Майорчик убедительно показала, что прямое механическое раздражение нижних отделов мозгового ствола (продолговатый мозг, дно IV желудочка, нижнебоковые отделы варолиева моста) вызывают двустороннюю синхронизацию корковой ритмики по дистантному типу. Синхронизация преимущественно захватывает нейроны затылочных и теменных областей. Одновременно возникает брадикардия.

Таким образом, перечисленные данные свидетельствуют о наличии стволового синхронизирующего механизма, подавляющего ретикулярную формацию. С этим механизмом связывает Маруцци возникновение сна при действии монотонно повторяющихся сенсорных раздражителей, когда гаснут условные рефлексы и кору охватывает разлитое торможение. Эта точка зрения получила и опытное обоснование: в норме у кошки вторичные и первичные ответы (потенциалы) на мелькающий свет быстро угашаются, а у препарата «среднемостовой претригеминальной» кошки оба вида потенциалов значительно возрастают по величине, а их угасание происходит очень медленно. Отсюда заключают (Lifschitz, Palestini, Armendol, 1959), что заднемостовые структуры играют решающую роль в угашении реактивных зрительных потенциалов. Аналогичные факты были описаны и другими авторами (Mancia, Meulders, Santibanez, 1959).

В последнее время в активирующем влиянии на кору, особенно в регуляции неспецифических вегетативных реакций, большую роль придают лимбической системе. Эта система охватывает борозды и извили-

ны, занятые древней, старой и межуточной корой. Раньше лимбическая система объединялась под названием обонятельного мозга. Он состоит из двух колец корковых структур: внутреннего — гиппокампуса (древняя кора) и наружного (занимает по своему происхождению промежуточное положение между древней и новой корой). Новые исследования не подтвердили роли гиппокампуса в обонянии, но указали на его участие в эмоциях и аффектах. Серьезные исследования электрической активности гиппокампуса, проведенные Грином и Ардуни (Green, Arduini, 1954), выявили характерные обратные отношения между видами электрической активности в древней и новой коре. В противоположность низковольтным частым волнам при реакции пробуждения в новой коре эта реакция активации в гиппокампусе представлена регулярными, синхронизированными медленными волнами (3—6 герц) высокой амплитуды.

В хронических опытах на кроликах было установлено, что при бодрствовании и внимательном наблюдении за изменениями окружающей обстановки большие регулярные волны в гиппокампусе (5—7 герц) сочетаются с десинхронизацией в новой коре. Когда же животное дремлет и засыпает и в коре появляется типичный для сна веретенообразный ритм, в гиппокампусе наблюдается быстрая высокоамплитудная асинхронная активность. Любое афферентное раздражение (проприорецептивное, звуковое, зрительное, обонятельное, болевое и интерорецептивное), привлекающее внимание животного, дает характерные для гиппокампуса большие регулярные волны частотой 5—7 герц. То же наблюдается при прямом раздражении ретикулярной формации, мозгового ствола, подкорковой области от покрышки среднего мозга до таламуса и гипоталамуса. Эта реакция гиппокампуса осуществляется и при отсутствии новой коры. По данным ряда авторов (Brücke, Sailer, Stumpf, 1957; Sailer, Stumpf, 1957), реакция активации в гиппокампусе проявляется раньше, чем в новой коре, и от более слабых раздражений. При наркозе она исчезает позже. По Грину и Ардуни (1954), реакции активации в коре и гиппокампусе могут возникать независимо друг от друга.

По данным Каада (Kaada, 1950), в лимбической коре широко представлена висцеральная чувствительность. Все органы, получающие вегетативную иннервацию, имеют представительство в лимбической системе. Раздражение определенных частей лимбической системы изменяет функции дыхания, артериального давления (Ranson, Kabat, Margoun, 1935; Замбрижский, 1958; Shealy, Peele, 1957, и др.).

Удаление задних лимбических областей у собаки с выработанными условными секреторными рефлексамы показало, что при этом существенно страдают вегетативные функции и высшая нервная деятельность, в том числе и безусловная, в то время как удаление сальвневых

извилины коры головного мозга (где, по Бехтереву, находятся центры вкуса и обоняния) не дает нарушения безусловной деятельности и вегетативных функций (Касьянов, 1960а, б).

Маклин (Mac Lean, 1954) и Фултон (Fulton, 1954) считают основной функцией лимбической области корреляцию соматической и висцеральной чувствительности и именуют ее «висцеральным мозгом». Поражение этой области у человека приводит к так называемой висцеральной эпилепсии с характерными предвестниками в виде болей во внутренних органах (Mulder, Daly, Bailey, 1954).

Влияние коры на восходящую функцию ретикулярной формации

С начала 50-х годов стал накапливаться фактический материал о влиянии коры больших полушарий на регуляцию функций ретикулярной формации. Следует кратко остановиться на основных фактах кортико-ретикулярных влияний, в частности на восходящую функцию ретикулярной формации.

Этот вопрос систематически и подробно экспериментально изучался Бремером с сотрудниками (Bremer, Terzuolo, 1952, 1953, 1954). Их исследования на энцефалических препаратах кошки доказали важную роль новой коры в реакции пробуждения и сохранении бодрствующего состояния кошки. Оказалось, что электрическая активность коры и ретикулярной формации при наступлении сна и бодрствования меняется одинаково. Следовательно, при изменении сна—бодрствования и разных раздражениях первоначальные изменения наступают одновременно в одинаковой степени в обоих образованиях, а не только в ретикулярной формации. Это указывает на их тесное взаимодействие.

Второй важный факт, который установили Бремер и Терцуоло, заключался в следующем. После двустороннего разрушения (коагуляции) первой и второй слуховых зон коры дремлющий препарат («cerveau isolé») кошки переставал пробуждаться на сигнальный звуковой раздражитель (зов) по показателям активации электроэнцефалограммы и ориентировочной реакции глаз. Отсюда ясно, что пробуждение в ответ на звуковой условный сигнал может осуществляться только через первичное возбуждение специальных корковых слуховых клеток, которые уже вторично возбуждают ретикулярную формацию, а последняя затем уже генерализованно активирует всю кору и вызывает реакцию пробуждения. Значит, недостаточно нервных импульсов из слуховых рецепторных клеток, которые через коллатерали на уровне мозгового ствола попадали в ретикулярную формацию. Для пробуждения оказалось необходимым взаимодействие обоих образований, воспринимающих звуковые импульсы: коры и ретикулярной формации. Следо-

вательно, в ответ на действие условного раздражителя кора активизирует ретикулярную формацию, которая отвечает на это генерализованной активацией, вторично пробуждающей всю кору. Однако возможно, что кортикофугальные импульсы имеют вторичный характер, а первично возбуждается ретикулярная формация, хотя и недостаточно.

В рассматриваемых опытах Бремера и Терцуоло выступил также следующий факт. Непосредственное раздражение новой коры электрическим током приводило к появлению в ретикулярной формации одинакового характера ответных потенциалов, которые при ритмическом раздражении оказывали облегчающее или угнетающее действие. При кратковременном тетаническом раздражении разных участков коры наступала реакция пробуждения: в обоих полушариях отмечалась десинхронизация электроэнцефалограммы, движение глаз, мидриаз. Указанная реакция совпадала с реакцией пробуждения, вызванной непосредственным электрическим раздражением ретикулярной формации или афферентным раздражением. После перерезки мозолистого тела билатеральный характер активации электроэнцефалограммы оставался.

Подобные опыты на обезьянах были поставлены Фрэнчем, Эрнандес-Пеоном и Ливингстоном (French, Hernandez-Peon, Livingston, 1955). Они изучили влияние коры на ретикулярную формацию и другие подкорковые образования (хвостатое ядро, бледный шар, черную субстанцию, красное ядро, специфические ядра таламуса и др.). В этих же областях подкорки регистрировались ответы на раздражения седалищного нерва. Однако сильнее всего влияло на подкорку раздражение сенсорной коры, параокципитальной области, орбитальной поверхности лобной доли. Это влияние носило диффузный характер.

Раздражая эти же области коры у курарезированных обезьян, Сегундо, Накэ и Бюзе (Segundo, Naquet, Buser, 1955) получили общую десинхронизацию медленной активности точно такую, как при болевом или непосредственном раздражении ретикулярной формации среднего мозга.

Следующая группа работ более детально вскрыла роль коры в регуляции деятельности ретикулярных образований. Жуве и Мишель (Jouvet, Michel, 1958) регистрировали у свободно передвигающейся кошки с вживленными электродами в разных областях коры и среднего мозга во время бодрствования и сна электрическую активность одинакового характера. Изменения активности при сне возникали почти одновременно как в коре, так и в подкорковых образованиях. После же перерезки в области среднего мозга или после удаления всей коры при естественном или барбитуровом сне кошки характерная для сна медленная синхронизированная активность в подкорковых образованиях не развивалась. Чтобы в ретикулярных образованиях регистрировалась медленная активность, требовалось сохранить в связях с последними

определенную минимальную часть коры. Такие же результаты получили Ф. Н. Серков, Р. Ф. Макулькин, В. В. Русев (1960).

Из этих работ следует, что кора непосредственно участвует в организации электрических ритмов ретикулярных образований. До этого мы приводили факты участия ретикулярной формации в изменении корковых ритмов. Итак, указанное взаимодействие имеет место в обоих направлениях, что лишний раз говорит об их функциональном единстве.

Указанный вывод подтверждается также результатами, полученными С. П. Нарикашвили, С. М. Бутхузи, Э. С. Мониавы (1960) при изучении влияния раздражения коры на реакцию неспецифических ядер таламуса. Влияние коры авторы изучали на фоне реакции вовлечения (recruiting response). После коркового раздражения потенциалы реакции вовлечения длительно угнетались, больше всего при раздражении сенсомоторной коры. Когда же был перерезан ствол мозга на уровне передних бугров четверохолмия, то раздражение сенсомоторной коры не вызывало больше угнетения реакции вовлечения. Авторы на основании своих опытов делают вывод, что кора влияет на неспецифические таламические ядра прежде всего через активацию ретикулярной формации, а также и непосредственно. Следовательно, когда требуется срочная и генерализованная перестройка деятельности многих подкорковых структур (и коры), кора действует на ретикулярную формацию и через ее активацию сразу меняет активность всех структур, связанных с ретикулярной формацией. Когда же нужна более тонкая и избирательная регуляция деятельности отдельных подкорковых образований, кора имеет возможность непосредственно влиять на них.

Об этом же свидетельствуют и данные других авторов (Abdullah, Magoun, 1957; Wada, 1958).

Таким образом, приведенные факты говорят о том, что восходящая активирующая система возбуждается кортикофугальными импульсами так же, как периферическими афферентными раздражениями. При этом активация (десинхронизация) электроэнцефалограммы наступает одинаково как от кортикофугальных, так и периферических импульсов.

Другая группа фактов говорит о том, что с коры можно влиять на центральное проведение афферентных импульсов. Было показано (Adey, Segundo, Livingston, 1957), что раздражение коры меняет проведение возбуждения в ретикулярной формации (опыты на курарезированных обезьянах и кошках).

В опытах на людях Эрнандес-Пеону и Доносо (Hernandez-Peon, Donoso, 1959) удалось зарегистрировать из зрительной области пациента потенциалы в ответ на световые вспышки. Как и у животных, при отвлечении внимания пациента потенциалы угнетались. Угнетались потенциалы и при решении арифметической задачи, эмоциональном возбуждении, воспоминании событий. Если больному внушали, что он

видит вспышку яркого света, то потенциалы возрастали, а при внушении вспышки меньшей яркости потенциалы ослабевали, хотя в действительности яркость вспышек не менялась.

В других опытах на людях Жуве, Лапрас и Герман (Jovet, Lapras, Hermann, 1959) изучали ответные потенциалы в таламическом передаточном ядре при раздражении кожи лица. Оказалось, что при решении пациентом арифметической задачи потенциалы в таламусе резко угнетались.

Перечисленные опыты показывают, что первичные корковые процессы (умственная работа, внушение и т. д.), имеющие свою специфику, через активацию ретикулярной формации влияют на проведение импульсов в специфических афферентных путях.

Однако Моруцци недавно представил факты, свидетельствующие в пользу непосредственного влияния кортикофугальных импульсов на специфические афферентные ядра. Речь идет об экстраретикулярном прямом пути, через который можно наряду с ретикулярной формацией регулировать поток афферентных импульсов в различных системах. Указанная работа Маньи, Мелцака, Моруцци, Смита (Magni, Melzack, Moruzzi, Smith, 1959), выполненная на пирамидных курарезированных кошках (на уровне задних бугров четверхолмия у них электролитически поврежден весь ствол до ножек мозга), показала, что пирамидные импульсы могут оказывать влияние на специфические ядра (*n. gracilis, cuneatus*) экстраретикулярно.

Из сообщенных опытов можно сделать вывод, что кора влияет на поток афферентных импульсов как через активацию ретикулярной формации, так и непосредственно кортикофугальным путем.

В пользу экстраретикулярного механизма регуляции афферентных импульсов говорят работы, указывающие, что пункты раздражения среднего и промежуточного мозга, при которых угнетаются потенциалы кохлеарного нерва на звуки, не совпадают с границами ретикулярной формации. Был найден специальный узкий пучок нисходящего тормозного пути из коры, который модулирует импульсы в слуховой системе (Desmedt, Mechelse, 1959). Об этом же говорят и опыты Г. В. Гершуни с сотрудниками (1959, 1960).

Прямые доказательства роли коры в регуляции проведения афферентных импульсов были представлены в последнее время (Harmong, Alcaraz, Guzmán, 1959).

Эти авторы показали, что при перерезке кортикофугальных путей адекватное раздражение рецепторов под влиянием ретикулярной формации не угнетает корковые ответы, как это наблюдается на интактных животных, а, наоборот, усиливает их.

Таким образом, афферентные импульсы, поступающие к соответствующим воспринимающим областям коры, регулируются корой, ко-

торая производит их отбор и модуляцию. Для этой цели кора использует как неспецифический ретикулярный механизм (генерализованное действие), так и специфические кортикофугальные пути к передаточным пунктам (ядрам) специфического афферентного пути (избирательное действие).

Нам остается еще рассмотреть факты, полученные за последнее время и говорящие о роли коры в явлении привыкания (*habituation*). Это явление состоит в ослаблении вплоть до полного прекращения ответных потенциалов афферентных систем при длительном ритмическом повторяемом действии раздражителя. Как известно, проведение афферентных импульсов сильно угнетается при раздражении ретикулярной формации, а, при барбитуровом сне или повреждении ретикулярной формации привыкание отсутствует. На этом основании был сделан вывод, что главенствующую роль в явлении привыкания играет ретикулярная формация, которая угнетает проведение повторяющихся импульсов в специфических путях.

Однако был получен ряд фактов, которые противоречили указанному объяснению явления привыкания.

При раздражении неспецифических таламических ядер оказалось, что ответные потенциалы коры в разных афферентных системах, в том числе и при раздражении зрительного нерва или наружного коленчатого тела, не тормозились, а на длительное время усиливались (Li, 1956; Нарикашвили, 1957, 1959, 1960; Bremer, Stoupe, 1959; Jung, 1958). Другие опыты показали, что то же самое наблюдается при раздражении ретикулярной формации ствола (Dumont, Dell, 1958; Bremer, Stoupe, 1959; Mancía, Meulders, Santibanez, 1959; Нарикашвили, Моннава, Каждая, 1960). Эти факты не согласовывались с взглядом на привыкание как на развитие ретикулярного торможения.

Наиболее веские возражения против роли ретикулярной формации в явлении привыкания были представлены лабораторией Моруцци в г. Пизе. Там установили, что привыкание происходит параллельно с развитием в коре медленного синхронного ритма (Cavaggioni, Giannelli, Santibanez, 1959; Mancía, Meulders, Santibanez, 1959). Как известно, последний возникает при выключении действия ретикулярной формации на кору.

В этих же работах было показано, что привыкание ответов на световое раздражение раньше всего развивается на корковом уровне, а затем в наружном коленчатом теле.

Были получены также прямые факты, свидетельствующие о роли коры в происхождении привыкания (Gusmán, Roldán, Alcaraz, 1959). Оказалось, что если у кошек удалить лобные доли и третью слуховую зону (А-III), то после этого привыкание на звуковое раздражение больше не развивается (хронические опыты). Такие же факты были пред-

ставлены Г. В. Гершуни с сотрудниками (1960): привыкание нервного компонента ответа улитки не развивается после двустороннего удаления слуховой коры.

Все перечисленные факты указывают на то, что привыкание имеет корковый генез.

Подводя итог фактическому материалу о роли коры в регуляции ретикулярных функций, необходимо подчеркнуть всю неправомочность представлений о функциональной автономности ретикулярных образований. Все реакции, возникающие при непосредственном раздражении ретикулярной формации, можно одинаково легко вызвать раздражением коры, так же как и периферических органов. Естественным путем является активация ее афферентными импульсами (например, через рецепторы тройничного нерва). Также эффективна ее активация кортикофугальными импульсами (например, воздействие внушения). Нужно думать, что в естественных условиях жизни активация ретикулярной формации осуществляется одновременно обоими путями: из коры головного мозга и из периферии. Приведенный обзор современных представлений кортико-подкорковых взаимоотношений позволяет думать, что периферическая активация носит генерализованный характер (ретикулярной формации ствола и коры). Кора же избирательно координирует деятельность ретикулярной формации и отдельных звеньев афферентного и эфферентного путей, используя при этом неспецифические ядра таламуса.

Таким образом, в явлениях, которым приписывался исключительно ретикулярный генез, все больше обнаруживается роль коры, обеспечивающая нормальное протекание процессов высшей нервной деятельности на разных уровнях.

Комплексная методика изучения корково-подкорковых отношений у детей

На важность комплексной регистрации соматических и вегетативных реакций при изучении корково-подкорковых отношений было специально указано П. К. Анохиным (1958). Еще раньше в результате опытов на животных П. К. Анохин (1949) пришел к выводу о принципиальном значении комплексной регистрации одновременно слюнного и двигательного компонентов пищевого рефлекса, рассматривая, в частности, компоненты условной пищевой реакции как составную часть физиологической архитектуры единой целостной реакции животного. Опираясь на исследования своих сотрудников С. Л. Балакина (1935), А. И. Шумиловой (1956), В. М. Касьянова (1950), В. А. Шидловского (1961) и др., П. К. Анохин формулирует принцип полиэффекторной регистрации вегетативных компонентов условного рефлекса, позволяю-

ший глубже анализировать механизм работы головного мозга, судить о целостной деятельности организма по многим качественным показателям. В частности, условные пищевые рефлексy в лаборатории, руководимой П. К. Анохиным, с успехом изучаются по секреторным и двигательным условным рефлексам с записью дыхательного и сердечно-сосудистого компонентов.

Систематически изучает вегетативные компоненты условного рефлекса — сердечную деятельность и дыхание — другой ученик И. П. Павлова — Гент (Gantt и Hoffmann, 1940; Gantt и Woolsey, 1948; Gantt, 1956).

Гент нашел, что чем сильнее слюнной условный рефлекс, тем больше ускорялся сердечный ритм. При этом сердечный компонент вырабатывался значительно скорее и был значительно более стоек к угашению, чем секреторная реакция. Таким образом, указанные исследования подтвердили мнение П. К. Анохина, что дыхательная и сердечная деятельность составляют обязательный компонент общего эмоционального возбуждения и их исследование является важным дополнительным средством для глубокого анализа условнорефлекторной деятельности. Добавим, что этот анализ позволяет учитывать не только специфическую, но и неспецифическую деятельность мозга.

С фактом расхождения вегетативной (кожно-гальванической) и двигательной реакции у человека столкнулся В. Н. Мясищев (1945), предложивший тогда же полиэффекторную регистрацию. В последнее время ряд исследователей стал сопоставлять динамику изменения электрической активности мозга при выработке условных рефлексов у человека [Мотокава и Хуцимори (Motokawa и Huzimori, 1949); Майорчик и Спирин, 1951; Мушкина, 1956; Мохова, 1956; Гасто, Роже, Донжье, Режи, 1957; Соколов, 1958; Грей Уолтер, 1962].

Для полной характеристики рефлекторных изменений, вызываемых раздражителем, важно знать не только состояние специфической для него деятельности, например пищевой, которую он вызывает, но и рефлекторные изменения состояния сосудистой, дыхательной систем, характеризующих в известной степени общий тонус нервной деятельности, участие подкорковой системы в целостной реакции организма.

Именно потому, что ответ организма на раздражитель всегда сложен, когда одни деятельности тормозятся, а другие усиливаются, чтобы приспособить организм к специальной (например, пищевой) деятельности, учет дыхательной, сосудистой, кожно-гальванической реакций (не являющихся непосредственно пищевыми) позволяет отразить вегетативную активность мозга, динамику корково-подкорковых взаимоотношений.

Остановимся подробнее на кожно-гальванической реакции, которая, по представлению ряда авторов (Е. Н. Соколов, 1958, 1959, и др.), тесно связана с ретикулярной формацией мозгового ствола,

т. е. проведением возбуждения по неспецифической системе. Для нас особенно важно выяснение природы кожно-гальванической реакции, так как мы ее включили как вегетативный компонент пищевой (условной и безусловной) реакции при исследовании высшей нервной деятельности. Этот рефлекс был систематически изучен рядом исследователей, но природа его во многом остается загадочной.

Так, Г. В. Гершуни и его сотрудники (Гершуни, 1945, 1946, 1949; Чистович, 1949; Алексеев и Арапова, 1949; Короткин, 1947; Клаас и Чистович, 1950), С. С. Мусящикова (1952), Л. Н. Стельмах (1953), Е. Н. Соколов и его сотрудники (Соколов, 1958, 1959; Соколов и Парамонова, 1956; Соколов, Данилов, Михалевская, 1955, 1957) считают, что в отличие от дыхательной и сердечно-сосудистой кожно-гальваническая реакция является компонентом только ориентировочного рефлекса, включаясь в состав других биологических реакций лишь постольку, поскольку в них включается ориентировочный рефлекс.

Е. Н. Соколов (1959) рассматривает ориентировочный рефлекс как неспецифическую реакцию активации, связанную с ретикулярной системой и характеризующуюся широким и диффузным эффектом, в отличие от специальных рефлексов, направленных на регуляцию отдельных органов. Это разграничение, по Е. Н. Соколову, совпадает с разграничением специфической системы проведения возбуждения и неспецифической, включающей ретикулярную формацию ствола мозга (система Мэгуна) и таламуса (система Джаспера). Ориентировочный рефлекс в целом, а кожно-гальваническая реакция частично тесно связаны с активирующим влиянием ретикулярной системы (Соколов, 1959).

Мы сейчас не останавливаемся на доказанном теперь положении, что ориентировочный рефлекс является неспецифическим активатором высокоспециализированных условных связей и, имея мезэнцефалическое происхождение (Gastaut, 1958), повышает возбудимость корковых частей анализаторов, чем создает наиболее благоприятные условия для анализа новых раздражителей.

Почему кожно-гальваническую реакцию относят только к ориентировочному рефлексу?

Если обратиться к работам школы И. П. Павлова, то они квалифицируют как ориентировочные разнообразные рефлекторные акты, внешнее проявление которых имеет черты прислушивания, присматривания, принюхивания, настораживания, сосредоточивания и т. п. Все эти акты, по И. П. Павлову, объединяет между собой существо ориентировочной деятельности: установка рецепторных поверхностей организма в направлении воздействующих на него агентов. Ориентировочная реакция — это безусловный рефлекс.

Однако, как показали дальнейшие исследования, пунктами, осуществляющими эту деятельность, являются не только подкорковые обра-

зования, но и клетки коры. Е. Н. Соколов (1958) справедливо подчеркивает очень сложную физиологическую архитектуру ориентировочного рефлекса, состоящего из ряда неразрывно связанных и тонко скоординированных между собой компонентов (двигательных и сопутствующих им вегетативных). Однако никому не приходит в голову утверждать, что сердечно-сосудистые и дыхательные реакции входят в состав только ориентировочного рефлекса. Наоборот, известно, что эти деятельности, как это убедительно показывает П. К. Анохин (1958), входят в состав самых различных сложно построенных актов.

Что же касается кожно-гальванической реакции, то утверждают, что она входит в состав только ориентировочного рефлекса, считая ее более характерным для ориентировочной деятельности, чем специальные двигательные проявления этой деятельности.

Такое представление было подвергнуто критике в обстоятельной работе А. Я. Страумита (1954). Рассмотрим те возражения, которые делаются против теории, рассматривающей кожно-гальваническую реакцию исключительно как вегетативный компонент ориентировочного рефлекса.

Свое начало эта точка зрения ведет от психологической теории связи кожно-гальванической реакции с вниманием, выдвинутой в 1920 г. Грюнбаумом (Grünbaum, 1920). Спустя 8 лет эта концепция была модифицирована В. Н. Мясищевым. Последний, мало изменив ее по существу, придал ей физиологическую окраску. Полагая, что в основе внимания лежит ориентировочный рефлекс, и утверждая, что кожно-гальванические реакции по своей природе вегетативные, В. Н. Мясищев предположил, что они являются вегетативными компонентами ориентировочных рефлексов, а через последние отражают внимание. Справедливости ради следует отметить, что впоследствии В. Н. Мясищев отказался от подобной точки зрения. Это видно, например, из такого солидного и многолетнего труда, как докторская диссертация автора «Электродермальные показатели перво-психического состояния у человека» (1945), специально посвященного анализу кожно-гальванической реакции. Тем не менее старая концепция В. Н. Мясищева была поддержана Г. В. Гершуни (1947, 1949) и его сотрудниками, С. С. Мусяшиковой (1952), Л. Н. Стельмахом (1953), Е. Н. Соколовым (1958) с сотрудниками.

Какими же фактами, свидетельствующими о связях кожно-гальванической реакции с ориентировочным рефлексом, располагает указанная концепция?

Во-первых, как ориентировочный рефлекс, так и кожно-гальваническая реакция могут возникать в ответ на самые различные раздражения при всяком новом колебании окружающей среды. Другими словами, имеется сходство в возникновении и возможно одновременное их

появление (Мясищев, 1945; Мусящикова, 1952; Личко, 1953; Стельмах, 1953; Трауготт, 1954).

Во-вторых, обе эти реакции угасают при повторном действии вызвавших их раздражителей (Тарханов, 1889; Мясищев, 1945; Гершуни, 1949; Степанов, 1953). Так, в работах А. Е. Личко (1953) и С. С. Мусящиковой (1952) приводятся случаи одновременного протекания кожно-гальванической реакции и ориентировочного рефлекса.

Однако имеется еще больше фактов, не находящихся своего объяснения с указанной точки зрения.

К первой группе таких фактов относятся условия возникновения кожно-гальванической реакции. Как было показано еще в лаборатории И. П. Павлова, ориентировочный рефлекс возникает в ответ лишь на новые для организма колебания окружающей среды, а кожно-гальваническая реакция возникает не только на новые, но и на условные, в том числе на словесные раздражения. Как показали Петерсон и Юнг (Peterson и Jung, 1907), Старч (Starch, 1910), Грегор и Горн (Gregor и Gorn, 1913), Филипсон и Мензерас (Philipson и Menzerath, 1919), решение математических задач или процесс обдумывания различных вопросов вызывает отчетливую кожно-гальваническую реакцию. Последняя тем больше, чем труднее задача. Если задача очень легка для испытуемого [похожий случай описали Пенфилд и Джаспер (1958), регистрируя биотоки мозга у великого физика Эйнштейна], то кожно-гальваническая реакция не возникает. Были описаны также случаи появления кожно-гальванической реакции в процессе «ассоциативного эксперимента» (см. главу II). При этом кожно-гальваническая реакция оказывалась зачастую тем значительнее, чем длительнее был скрытый период ответов. На этом основании был предложен такой способ проведения «ассоциативного эксперимента», когда от испытуемого не требуется ответов на слова-раздражители: ответы при этом заменялись кожно-гальванической реакцией. Указанные факты были использованы для объективной оценки значимости каждого словесного раздражителя для испытуемого по показателю выраженности кожно-гальванической реакции. Одна из модификаций этого эксперимента, широко используемого в США для специальных целей, получила название обследования на реакцию в процессе умственной деятельности было описано многими исследователями (Тарханов, 1889; Мясищев, 1945; Горев, 1939; Подшибякин, 1952; Страумит, 1953, и др.).

Все описанные факты привели к тому, что сторонники взгляда на кожно-гальваническую реакцию как на вегетативный компонент ориентировочного рефлекса искусственно разделили все кожно-гальванические реакции на безусловные и условные. При этом разделение проводится на основании предполагаемого значения раздражителя.

Между тем многие впервые применяемые раздражители являются для человека отнюдь не новыми и вызывают не ориентировочную реакцию, а условные рефлексy.

По утверждению ряда авторов (Гершуни, 1949; Чистович, 1949), ориентировочная реакция возникает лишь на такие непосредственные раздражители, которые по своей интенсивности превышают порог ощущения, но не достигают степени болевого воздействия. В связи с этим пришлось также искусственно разделить кожно-гальванические реакции на ориентировочные и оборонительные (защитные). При этом критерием для разделения служит не совпадение кожно-гальванической реакции со специфическим двигательным проявлением этих реакций, а предполагаемое значение раздражителя, но уже квалифицируемого по его интенсивности.

Между тем было показано на людях, что при сильных звуковых раздражениях (тон 110—115 децибел) кожно-гальваническая реакция не угасала. Не угасала она также и на слабое, ниже порога ощущения, интерорецептивное раздражение (растяжение кишечника резиновым баллоном), хотя оно и не ощущалось (Мусящикова, 1952). Эти субсенсорные раздражения, указывает автор, естественно, не вызывали у испытуемых ориентировочной или других сколько-нибудь заметных двигательных реакций. В связи с этими фактами все кожно-гальванические реакции разделили на сопровождающиеся ориентировочной реакцией и не сопровождающиеся последней.

Итак, в возникновении ориентировочной и кожно-гальванической реакций не столько общего, сколько отличного и раздельного.

Ко второй группе фактов, противоречащих отнесению кожно-гальванической реакции исключительно к ориентировочному рефлексу, относятся условия угасания этих реакций. Если ориентировочная реакция при повторном применении раздражителя всегда угасает, то кожно-гальваническая реакция при этих же условиях угасает далеко не всегда. Как уже указывалось, на сильный звук (115 децибел) кожно-гальваническая реакция не угасает, а ориентировочная реакция угасает. На слабые интерорецептивные воздействия кожно-гальваническая реакция не угасает, а ориентировочная реакция даже не проявляется.

Таким образом, имеются многочисленные различия в угасании обеих рассматриваемых реакций, нет между ними и постоянной взаимосвязи. Только при нерезких и несигнальных экстраорецептивных раздражителях кожно-гальваническая реакция совпадает с двигательными реакциями присматривания, прислушивания. При различных умственных и физических работах найти сходство этих двух реакций трудно.

Согласно А. Я. Страумиту (1954), связь кожно-гальванической реакции с ориентировочным рефлексом — лишь частный случай зависимости этих реакций от самых различных рефлекторных актов.

Кожно-гальваническая реакция несомненно связана с безусловно-рефлекторной нервной деятельностью. Однако она не обладает свойствами безусловного рефлекса. Последний вызывается лишь строго специфичным, с рождения действующим агентом, а для кожно-гальванической реакции нет специфических раздражителей. Вызывающие ее импульсы могут проходить по всем существующим в нервной системе путям и рефлекторным дугам. Гальванические реакции, как показали многочисленные опыты, могут наблюдаться в очень многих тканях и органах. Кожно-гальваническая реакция связана с динамикой ряда безусловных рефлексов.

Согласно мнению В. Н. Мяснищева (1945), существует 5 уровней нервной регуляции кожно-гальванической реакции: а) самый низкий уровень — аксонные рефлексы пограничного ствола и других вегетативных ганглиев возникают только на контактные и интерорецептивные раздражители; б) сегментарный уровень (сегментарный аппарат спинного мозга) — кожно-гальваническая реакция вовлечена в состав разнообразных реакций (кожных, висцеральных и мышечных); в) стволотый уровень (нервные образования мозгового ствола) — кожно-гальваническая реакция из местной превращается в общую, генерализованную реакцию, связанную с определенными безусловными рефлексами организма; г) подкорковый уровень (подкорковые базальные ганглии тесно связаны со стволом мозга) — кожно-гальваническая реакция вызывается лишь безусловными раздражителями, к числу ее эффекторных путей относятся все экстрапиримидные пути и сложная система путей из гипоталамуса и ретикулярной формации; д) корковый уровень — кожно-гальваническую реакцию вызывают условные и, в частности, речевые раздражители; к числу эфферентных путей реакции относятся все обширные связи коры с нижележащими отделами центральной нервной системы, включая пирамидные пути.

Еще В. И. Варганов (1892) в опытах на лягушках показал, что при раздражении головного мозга электрическим током скрытый период, величина и длительность кожно-гальванической реакции зависят от интенсивности раздражителя. На человеке эта зависимость была впервые открыта В. Н. Мяснищевым (1930). Затем Г. В. Гершуни (1947, 1949) и его сотрудники: И. И. Короткин (1947), М. А. Алексеев и А. А. Арапова (1949), Л. А. Чистович (1949) установили, что от силы внешнего раздражения зависит не только величина, но и частота возникновения кожно-гальванической реакции и скорость ее угасания. Так, на резкие раздражения кожно-гальваническая реакция появляется в 100% случаев и не угасает при многократном повторении, на средние и слабые раздражения кожно-гальваническая реакция возникает в 93—97% случаев, но при повторении уменьшается в величине и угасает. Зависимость

возникновения кожно-гальванической реакции от силы раздражения у здоровых взрослых испытуемых в состоянии бодрствования подробно проследил А. И. Степанов (1953). Анализ фазовых состояний при помощи учета силовых отношений кожно-гальванической реакции у здоровых людей при медикаментозном сне, электросне и в гипнозе дал А. Я. Страумит (1954). Связь кожно-гальванической реакции с пищевым рефлексом изучал Регельсберг (Regelsberg, 1952).

Рассматривая кожно-гальваническую реакцию как компонент условного и безусловного рефлекса, мы должны согласиться с Е. Н. Соколовым (1958), что указанная реакция может сопровождать и ориентировочный рефлекс. Во всяком случае кожно-гальваническая реакция тесно связана с ретикулярной системой, которая участвует в механизме передачи неспецифического возбуждения и поддерживает определенный уровень возбудимости корковых нейронов. Как было показано в эксперименте на кошках (Wang, Stein и Brown, 1956), активирующее значение в протекании кожно-гальванической реакции имеет прежде всего гипоталамическая часть ретикулярной системы.

Таким образом, кожно-гальванический компонент условной и безусловной пищевой реакции в широкой степени будет отражать корково-подкорковые взаимоотношения, в том числе активирующее воздействие ретикулярной формации на кору.

Следующий компонент условной и безусловной пищевой реакции, который регистрировался, был сосудистый.

С «вниманием» и «ожиданием» изменение плетизмограммы связывалось еще в работах Моссо (Mosso, 1879, 1881, 1887), С. С. Истаманова (1885), И. Р. Тарханова (1884). Использовалась плетизмография и для оценки деятельности мозга (Догель, 1880, 1888; Манассеина, 1882; Нагель, 1889). Мы сейчас не касаемся условных сосудистых рефлексов.

Сосудистый компонент ориентировочной реакции изучали многие авторы (Рогов, 1951; Пшоник, 1952; Фельбербаум, 1953; Rampiglione, Aschper, 1958; Мусящикова, 1952; Виноградова и Соколов, 1955, и др.).

Важно отметить, что изменение сердечно-сосудистой деятельности могут вызывать самые различные безусловные раздражители, в том числе пищевые. Н. Г. Гарцштейн (1934) исследовала особенности сердечного компонента при безусловных пищевом, оборонительном и ориентировочном рефлексах у детей. Она же показала, что при нарушениях корковой динамики, особенно при патологически инертных фазовых состояниях, в коре наступает изменение подкорковых вегетативных функций — нарушаются взаимоотношения между симпатической и парасимпатической системой. Под влиянием «конфликтного» словесного раздражителя, связанного у больного с трудно пережитой им ситуацией, наступает изменение сердечного ритма и электрокардиограммы —

увеличивается зубец P и интервалы PQ (т. е. нарушается проводимость сердечной мышцы), изменяется зубец T .

Н. Г. Гарцштейн (1957) считает, что эти изменения являются выражением фазовых состояний (уравнительной, парадоксальной и ультрапарадоксальной фаз) в подкорковых отделах, которые у больных реактивной депрессией характеризуются склонностью к застойности и инертности. Таким образом, нарушения безусловнорефлекторной вегетативной деятельности, по автору, являются результатом нарушений корково-подкорковых взаимоотношений, возникших вследствие психогенной травмы.

Все перечисленное показывает, почему параллельная регистрация сердечно-сосудистой реакции (плетизмограммы), изучение вызванного изменения состояния объемного пульса под влиянием пищевого раздражителя (условного и безусловного), который не является специфическим раздражителем сердечно-сосудистой деятельности, должны отражать тонус подкорковых сосудистых центров и их ретикулярную активацию.

На связь сосудистой реакции с деятельностью ретикулярной системы указывают прямые опыты с раздражением ретикулярной формации и электрической стимуляцией коры (Bonvallet, Dell и Hiebel, 1954).

Мы применили, как уже указывалось в предыдущей главе, фотоэлектрический плетизмограф фирмы «Альвар электроник», выпускаемый в качестве приставки к электроэнцефалографам этой фирмы. В нем на палец надевается цилиндр из эластичной пластмассы; для лучшей герметизации воздуха внутри цилиндра на его край, облегающий палец, наклеивается полоска лейкопластыря. Цилиндр заканчивается боковой отводящей трубкой, на которую надевается пластиковая довольно жесткая и плотная трубочка, соединенная со специальной закрытой камерой, наподобие мареевской капсулы, имеющей вместо одной стенки тонкую резиновую мембрану. Снаружи этой мембраны на нее наклеен тонкий станиолевый черный цвет флажок, который расположен на пути узкого светового луча, падающего из конденсора специального очень миниатюрного осветителя на щель фотоэлемента. Флажок вместе с мембраной поднимается и опускается, отражая пульсовое изменение объема пальца в цилиндре. При этом флажок модулирует световой луч, падающий на фотоэлемент, синхронно пульсации сосудов пальца. Осветитель и фотоэлемент укреплены на жестком корпусе, чтобы исключить смещение одного по отношению к другому, а сверху покрыты светонепроницаемым кожухом. Выводы от фотоэлемента вставляются в селективный щиток электроэнцефалографа. Особенностью регистрации такой фотоэлектрической плетизмограммы является следующее: чем больше кровенаполнение пальца, тем больше мембрана поднимает флажок, который перекрывает световой луч, падающий на фотоэлемент, тем мень-

ше ток от фотоэлемента идет в аппарат и соответственно меньше амплитуда пера самописца, чертящего пульсовые колебания. Усиление канала, записывающего плетизмограмму и кожно-гальваническую реакцию, всегда было одинаковым. Кожно-гальваническая реакция писалась при усилении, которое давало при калибровке 1000 микровольт отклонение пера на 6 мм от нулевой линии.

Мы уже указывали на роль дыхательного компонента в целостном пищевом рефлексе. Можно добавить, что безусловные изменения ритма дыхания являются компонентами различных сложных безусловных рефлексов. Еще В. Я. Анфимов (1908), В. Н. Мясищев (1926), О. П. Капустник (1930), Н. Г. Гарцштейн (1934) изучали дыхательный компонент пищевого, оборонительного и ориентировочного рефлексов. Безусловные изменения дыхания получали при различных запахах Т. М. Болховитина (1948), З. И. Бирюкова (1958) и др.

Многочисленные опыты, показывающие влияние словесного внушения на безусловную дыхательную реакцию, описаны К. И. Платоновым (1957).

В этом направлении весьма интересны исследования Г. А. Шичко (1958, 1959а, б), выполненные в лаборатории, руководимой П. С. Куналовым. Г. А. Шичко изучал дыхательный и сосудистый компоненты у взрослых людей при выработке условных пищевых реакций как на непосредственные, так и на соответствующие им словесные раздражители. Подкреплением служил 50% раствор сахара в клюквенном экстракте. Дыхательный компонент в виде задержки дыхания был выражен на условный рефлекс первого порядка (тон 300 герц), условные рефлексы второго (электрический свет) и третьего (звонок) порядков. Отмечался вегетативный дыхательный компонент «с места» и на соответствующие речевые обозначения перечисленных условных рефлексов. Однако величина условного рефлекса первого порядка была несколько больше, а его дыхательный компонент несколько лучше выражен, чем в соответствующих реакциях в условных рефлексах второго и третьего порядков. Автор также наблюдал четкий дыхательный компонент в следовом условном пищевом рефлекс при перерыве 5 минут между условным раздражителем (тон 500 герц или свет матовой лампочки в течение 5 секунд) и безусловным подкреплением (50% раствор сахара в клюквенном экстракте).

Таким образом, у человека как специфический пищевой условный рефлекс (слюноотделение, глотание), так и его вегетативный компонент (задержка дыхания) при 5-минутной следовой паузе не отличаются сколько-нибудь значительно от наличных и коротких следовых рефлексов. Одновременно Г. А. Шичко показал, что глубокое угашение ориентировочной реакции на индифферентный раздражитель не служит у человека препятствием к выработке на него условной реакции.

В последнее время подробно изучил неспецифический дыхательный компонент в условных реакциях на обстановку у человека и животных А. А. Крауклис (1960). Он особо подчеркнул роль обстановочного рефлекс в регуляции нервной деятельности посредством изменения функционального состояния корковых и подкорковых образований. Автор специально останавливается на «неадекватных» соматических и вегетативных реакциях на обстановку, когда человек при сильном волнении производит ряд двигательных актов, не имеющих прямого отношения к конкретной ситуации: он то повторно подносит руку ко лбу, то многократно поглаживает волосы или без надобности поправляет одежду или начинает шагать по комнате, напевая какую-нибудь мелодию, производя лишние движения и играя с посторонними предметами. Если человек сознательно подавляет эти «неадекватные» реакции, то у него компенсаторно усиливается сокращение и напряжение скелетной мускулатуры (пальцы сжимаются в кулак, сжимаются зубы, возникает продолжительное ослабление или задержка дыхания). Автор считает, что «неадекватные» реакции играют важную роль в регуляции тонуса нервных образований головного мозга и обеспечивают своевременный выход возбуждений к соматическим эффекторам, предупреждая чрезмерно сильную иррадиацию возбуждения на вегетативные центры, иннервирующие внутренние органы и ткани.

Из изложенного ясно, что всякие вызванные изменения дыхательной ритмики, естественно, отражают действие пищевого раздражителя на дыхательные подкорковые центры, их участие в этой целостной пищевой деятельности.

Дыхание, как уже говорилось, записывалось нами посредством пьезодатчика, крепящегося на груди ребенка. Через специально подобранные емкости выводы от пьезодатчика включались в определенные гнезда селекторного щитка энцефалографа, находившегося в камере.

Таким образом, можно утверждать, что комплексная методика графической регистрации двигательных и секреторных условных и безусловных пищевых реакций, а также их кожно-гальванического, сосудистого и дыхательного компонентов позволяет судить о корково-подкорковых взаимоотношениях в условнорефлекторной деятельности ребенка.

Экспериментальное изучение корково-подкорковых взаимоотношений при умственном утомлении детей

Мы уже установили в предыдущей главе, что при умственном утомлении детей в коре больших полушарий развивались фазовые изменения возбудимости. Причиной этому были изо дня в день повторяющиеся многочасовые занятия: 9—10 часов в день, а иногда и больше. Длительность фазовых состояний говорила о суммировании явлений утомления,

...статичности
...архивного
...предохраня
...статусные пат
...ение при соот
...ственный хара
Исследован
водились после
Рассмотрим
Поведение
ми. Она все де
отличала боль
ями. Вместе с
Училась хоро
ные протоколы

№	раз- ч. ме- ня	Услови- е раздраж
41	1	Звук 7
45	9	Красн
		Зелен
47		Звук 7
31		Красн
15		Зелен
51		Звук
52		То же
36		Красн
17		Зелен
62		Звук
47		Крас
22		Зелен
		Сп. р.

недостаточности ночного отдыха. Другими словами, имело место явление хронического утомления. Однако это была физиологическая реакция, предохранявшая корковые клетки от истощения. Об этом говорило отсутствие патологической инертности фазовых изменений, их исчезновение при соответствующих условиях, даже если эти условия носили стихийный характер и не были специально созданы.

Исследования особенностей корково-подкорковых отношений проводились после 5—6 часов классных занятий перед обедом.

Рассмотрим результаты Шуры Л., 13 лет.

Поведение Шуры Л. характеризовалось очень быстрыми реакциями. Она все делала быстро, речь ее была тоже быстрая, но четкая. Ее отличала большая любознательность, сопровождаемая яркими эмоциями. Вместе с тем она была уравновешенной и дисциплинированной. Училась хорошо и отличалась исполнительностью. Приводим выборочные протоколы 4 исследований этой девочки (табл. 9).

Таблица 9

Протоколы исследования Шуры Л., 13 лет

№ раз-дра-жения	Условный раздражитель	Условное отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период реф-лекса в секундах		Период ды-хания в се-кундах		Амплитуда плетизмо-граммы в мм		Кожно-галь-ваническая реакция		Под-креп-ление
			секретор-ного	двига-тельного	до раз-дражения	при раз-дражении	до раз-дражения	при раз-дражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 13, 17/II 1960 г., начало 14 часов 31 минута											
41	Звук 7 герц	2	13,3	0,4	3,2	2,5	8,5	4,0	Нет	Нет	+
25	Красный свет	3	4,0	0,8	2,8	2,7	8,5	2,5	»	»	+
9	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,0	2,6	7,0	2,0	»	»	0
Исследование 16, 14/III 1960 г., начало 14 часов 32 минуты											
47	Звук 7 герц	3	5,5	0,3					Нет	Нет	+
31	Красный свет	6	2,5	0,5					»	»	+
15	Зеленый »	1	1,6	Нет					»	»	0
Исследование 18, 6/V 1960 г., начало 14 часов 02 минуты											
51	Звук 7 герц	2	10,6	0,6							+
52	То же	4	3,1	Сп. р. ¹							+
36	Красный свет	4	6,8	0,4							+
17	Зеленый »	1	11,5	4,0							0
Исследование 23, 11/X 1960 г., начало 14 часов 15 минут											
62	Звук 7 герц	2	5,3	0,1	3,1	3,0	11,5	8,0	Нет	Нет	+
47	Красный свет	2	4,0	0,7	3,1	2,8	7,0	5,0	»	»	+
22	Зеленый »	1	2,3	Сп. р.	3,3	3,2	8,5	5,6	»	»	0

¹ Сп. р. — «спонтанная» реакция, наблюдаемая в фоне.

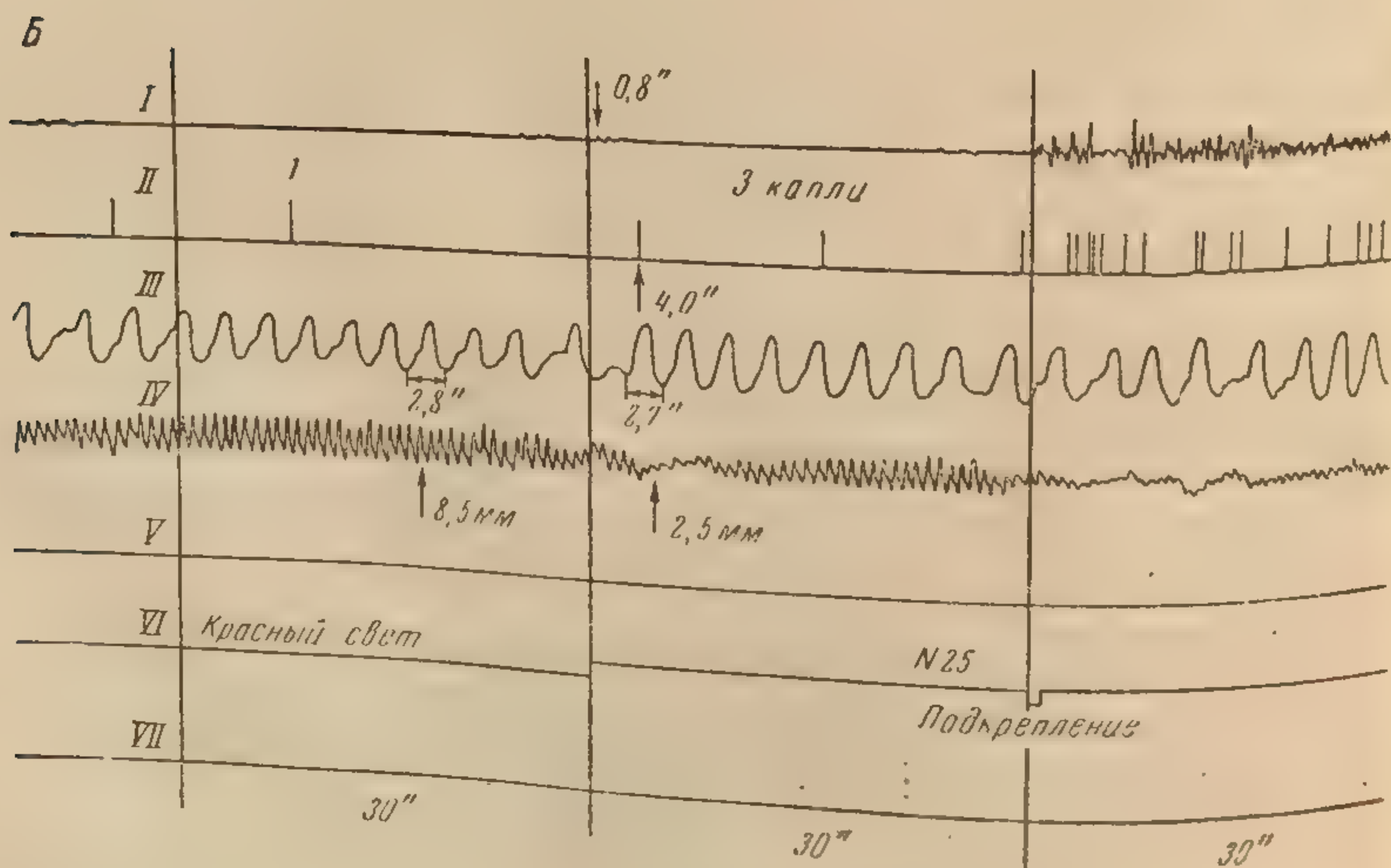
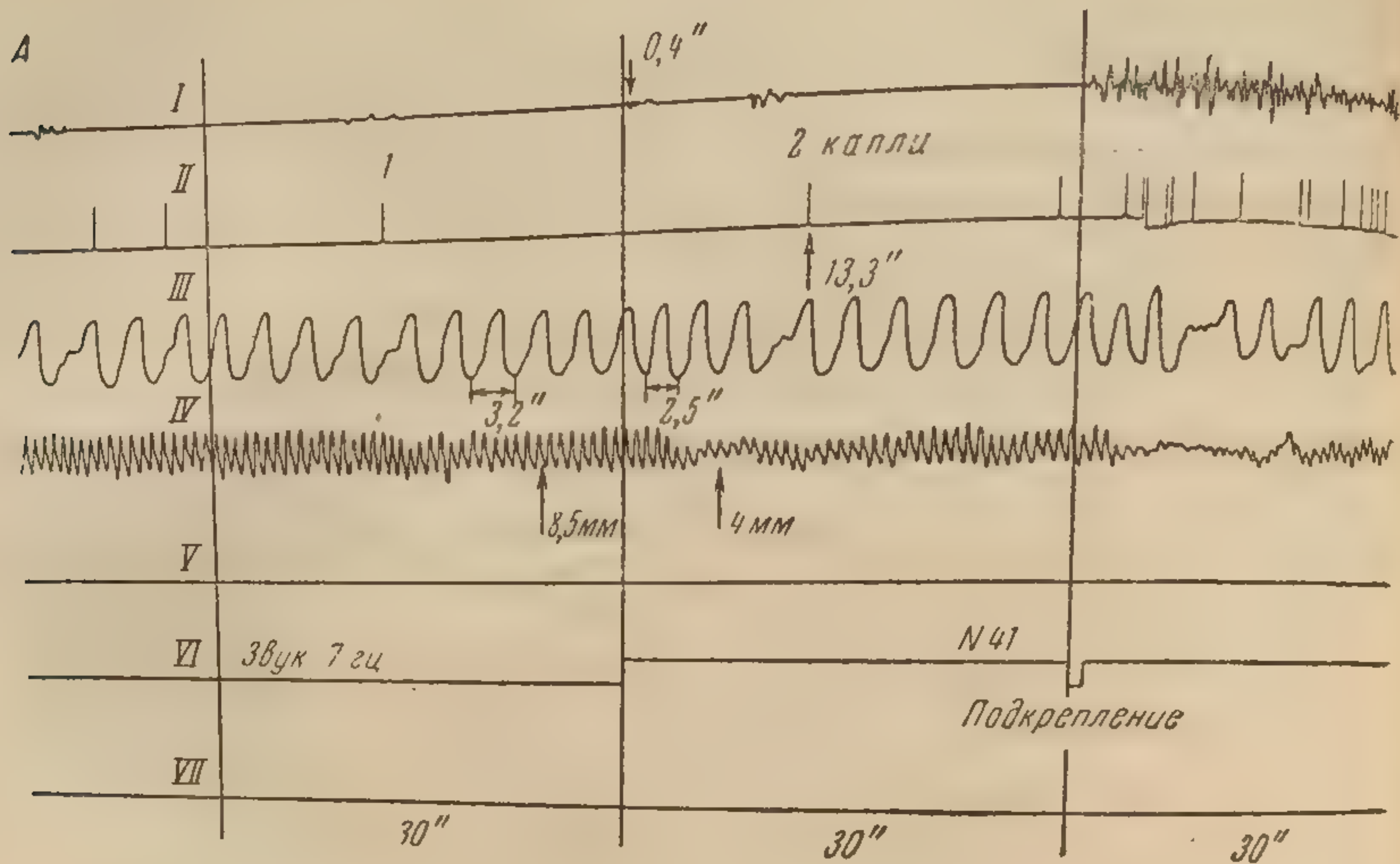


Рис. 16. Комп

Из таб
секреторн
на сильны
лом поли
и безуслов
дования (с
отсутству
ву в саха
и амплит
раздражи
то условн
лиферен
В не
ре выраж
ный свет

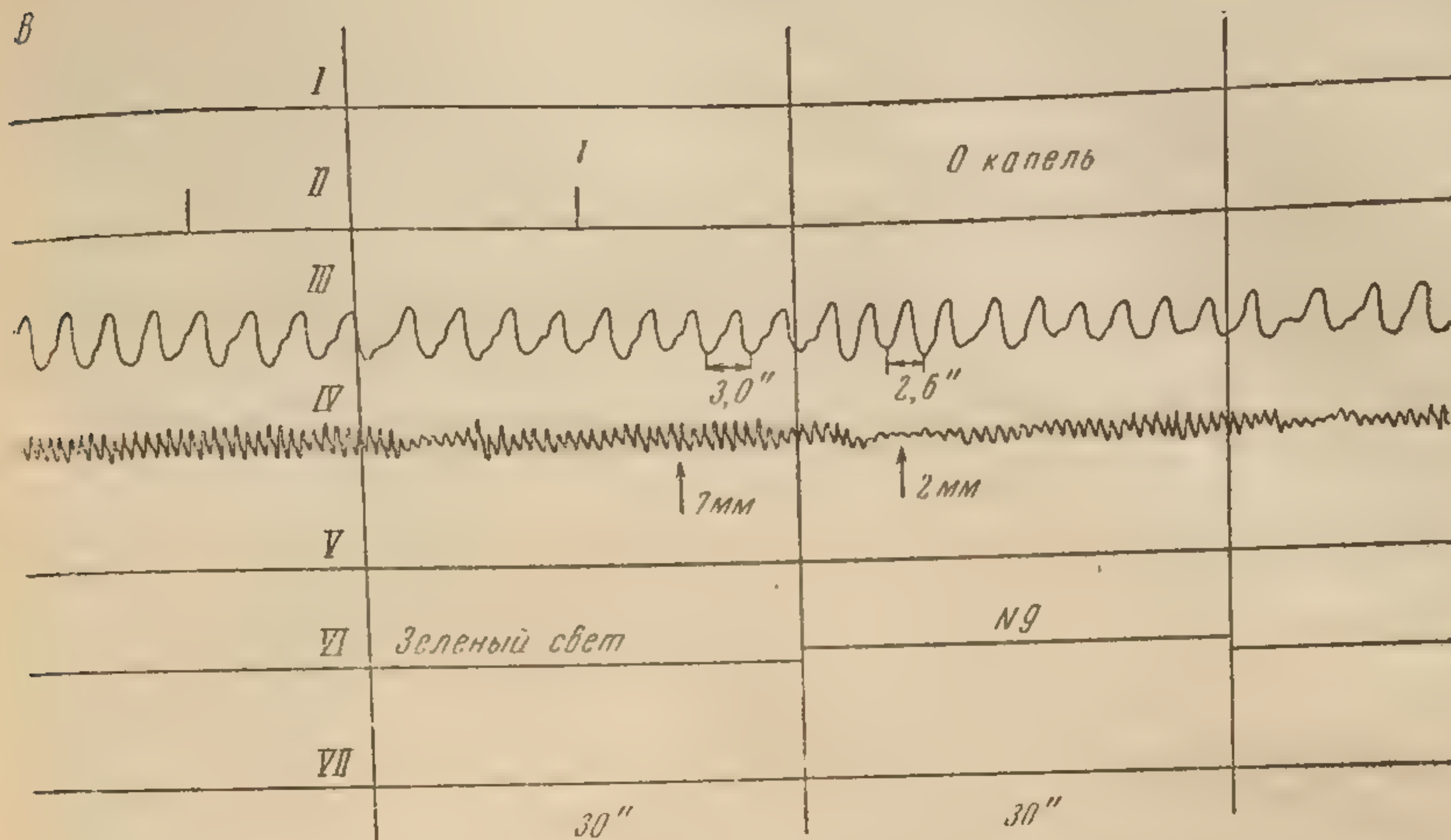


Рис 16. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Шуры Л., 13 лет, после умственной работы в классе (опыт 13, 17/II 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

Из табл. 9 в исследовании 13 мы видим, что условнорефлекторные секреторные ответы характеризуются тормозной парадоксальной фазой: на сильный раздражитель получено 2 капли, на слабый — 3 капли. При этом полностью отсутствует кожно-гальванический компонент условной и безусловной реакций. Особенно наглядно это видно из кривых исследования (рис. 16). При 41-м предъявлении сильного звукового сигнала отсутствует кожно-гальванический рефлекс как на звук, так и на клюкву в сахаре (рис. 16, А). Вместе с тем заметно меняется ритм дыхания и амплитуда плетизмограммы как на условный, так и безусловный раздражитель. То же самое имеет место и при 25-м применении слабого условного сигнала красного света (рис. 16, Б) и, наконец, при даче дифференцировочного раздражителя зеленого света (рис. 16, В).

В исследовании 16 (табл. 9) тормозная парадоксальная фаза в коре выражена еще резче: звук вызвал 3 капли условной слюны, а красный свет — 6 капель. Наглядно это видно на рис. 17. На кривых запи-

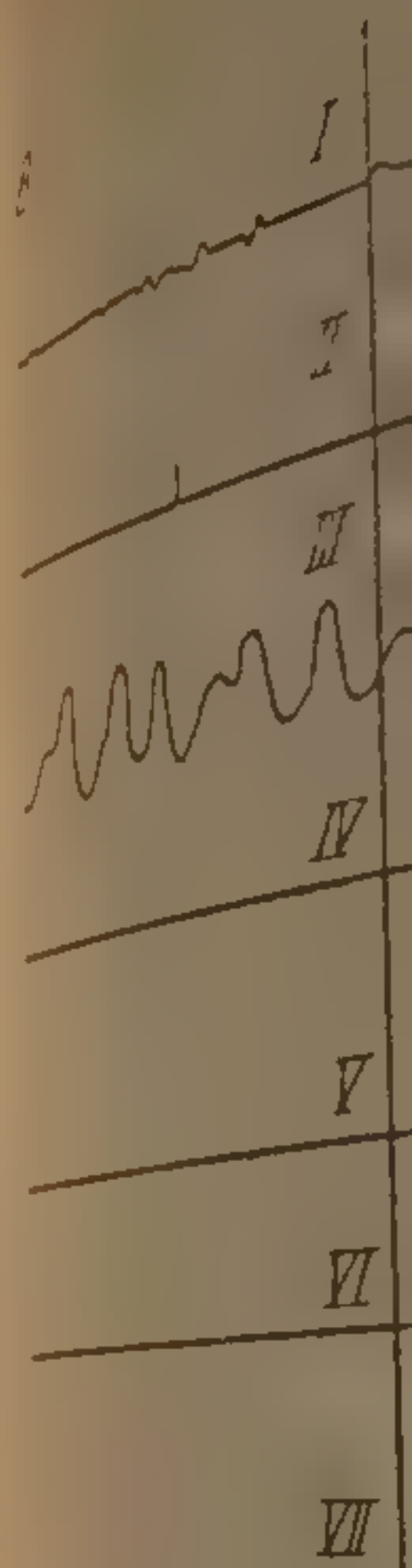
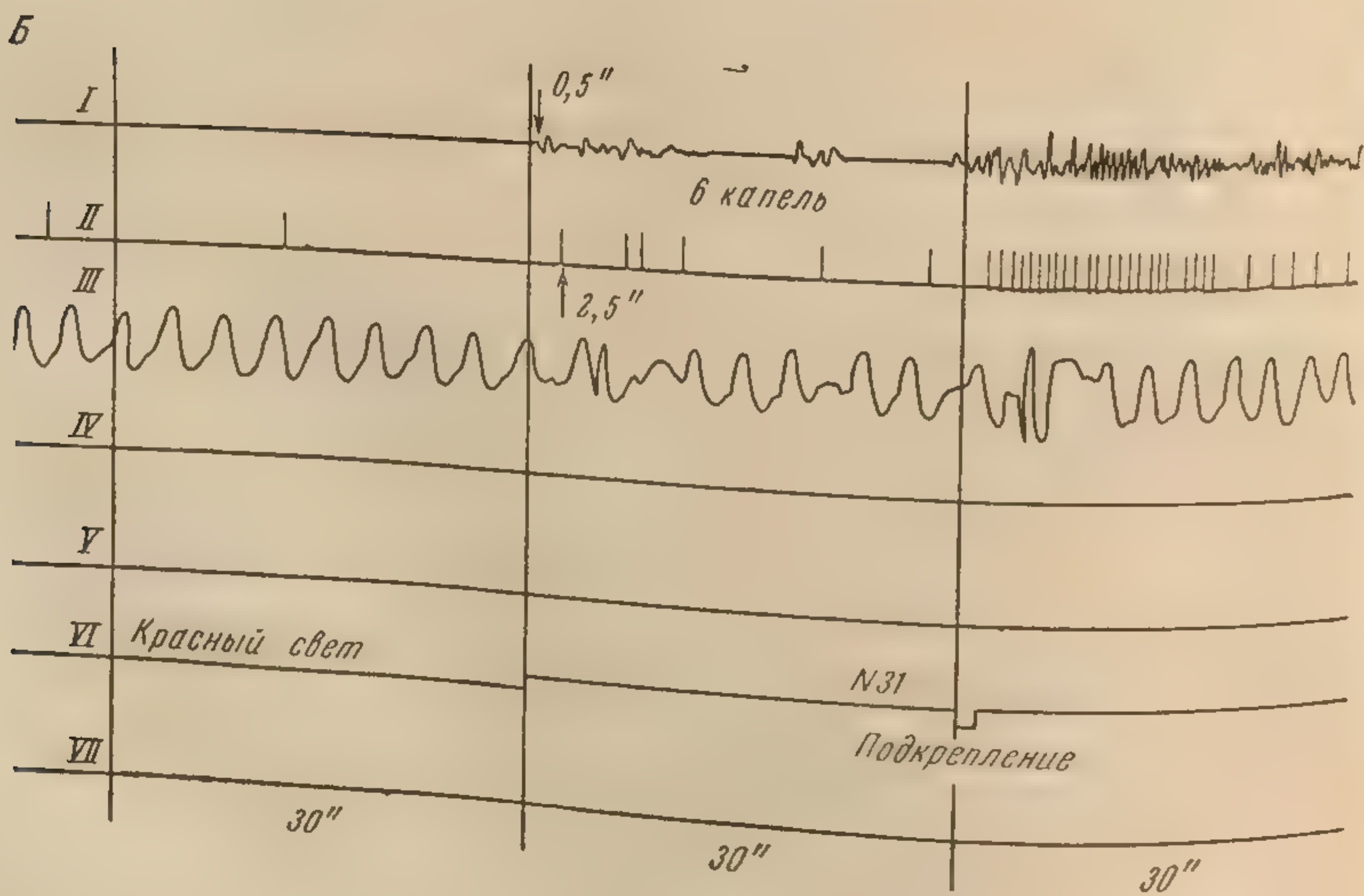
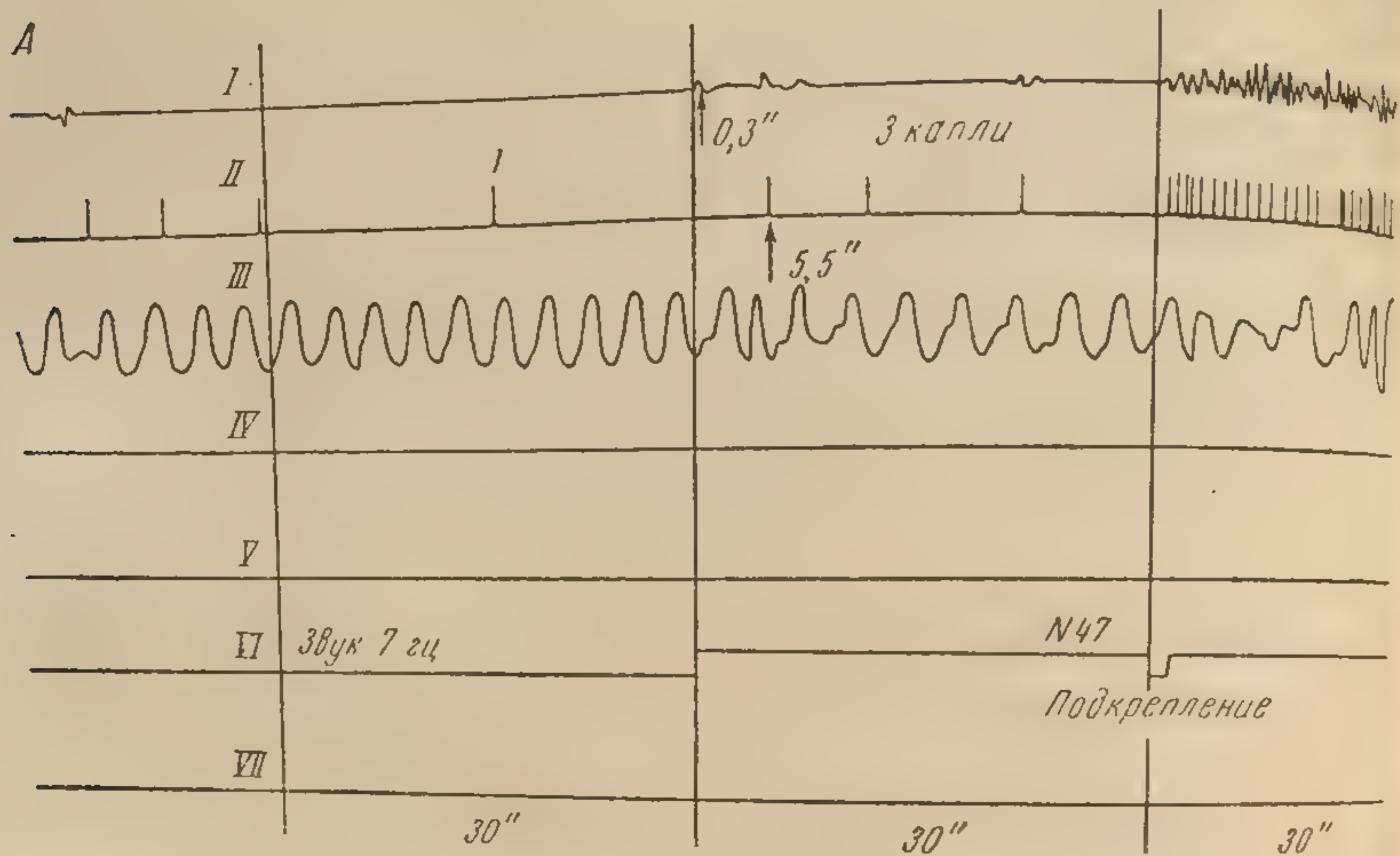


Рис. 17. Комплекс

ивались только
гальваническая
Видно (см. ри
езде на услов
ило компонен
житель (рис. 1
и раздражи
тя он имело
В исследо
фаза: на силь
2 капли услов
гальванически
акции, а та
Емесе с тем
и в промежут

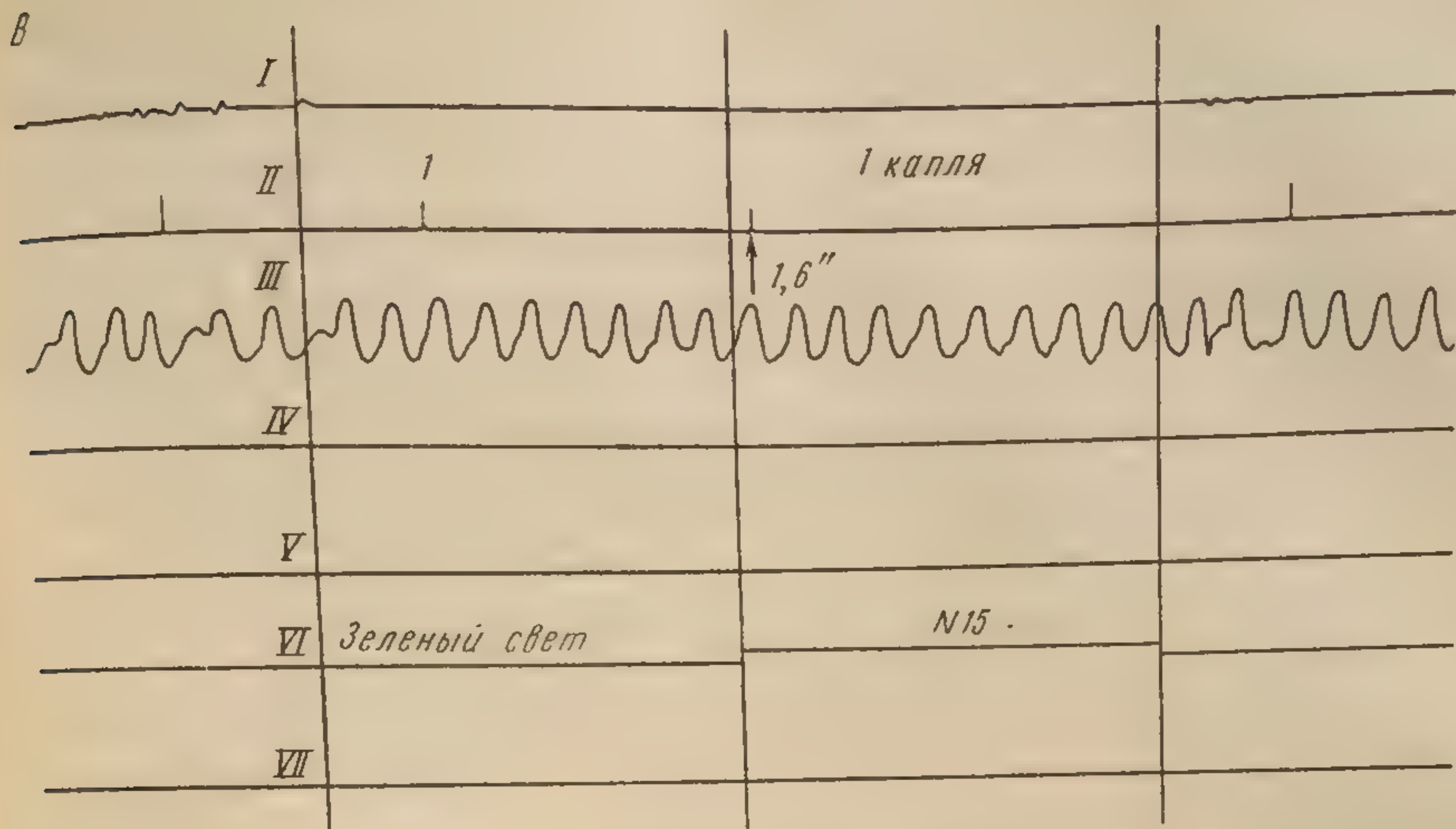
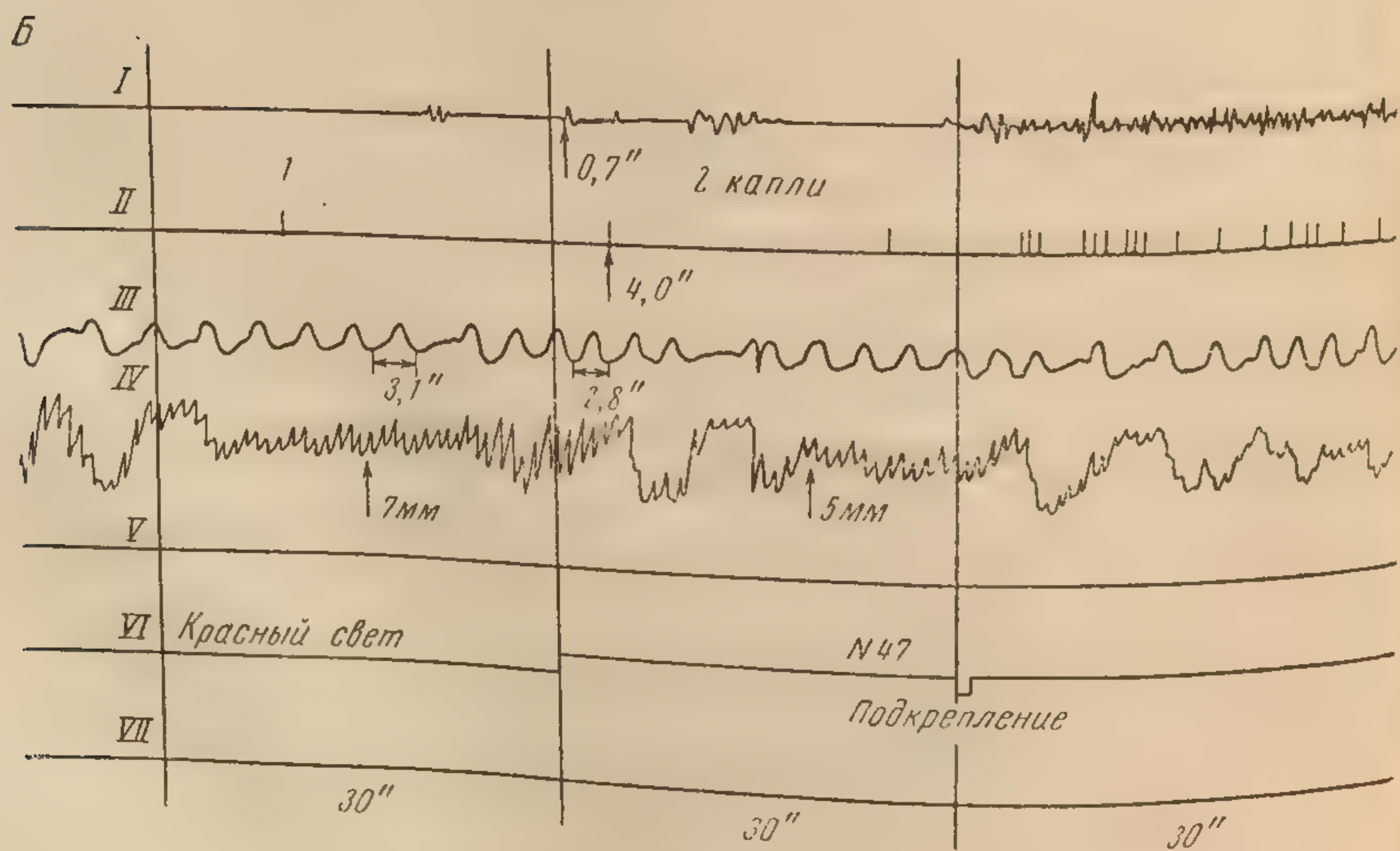
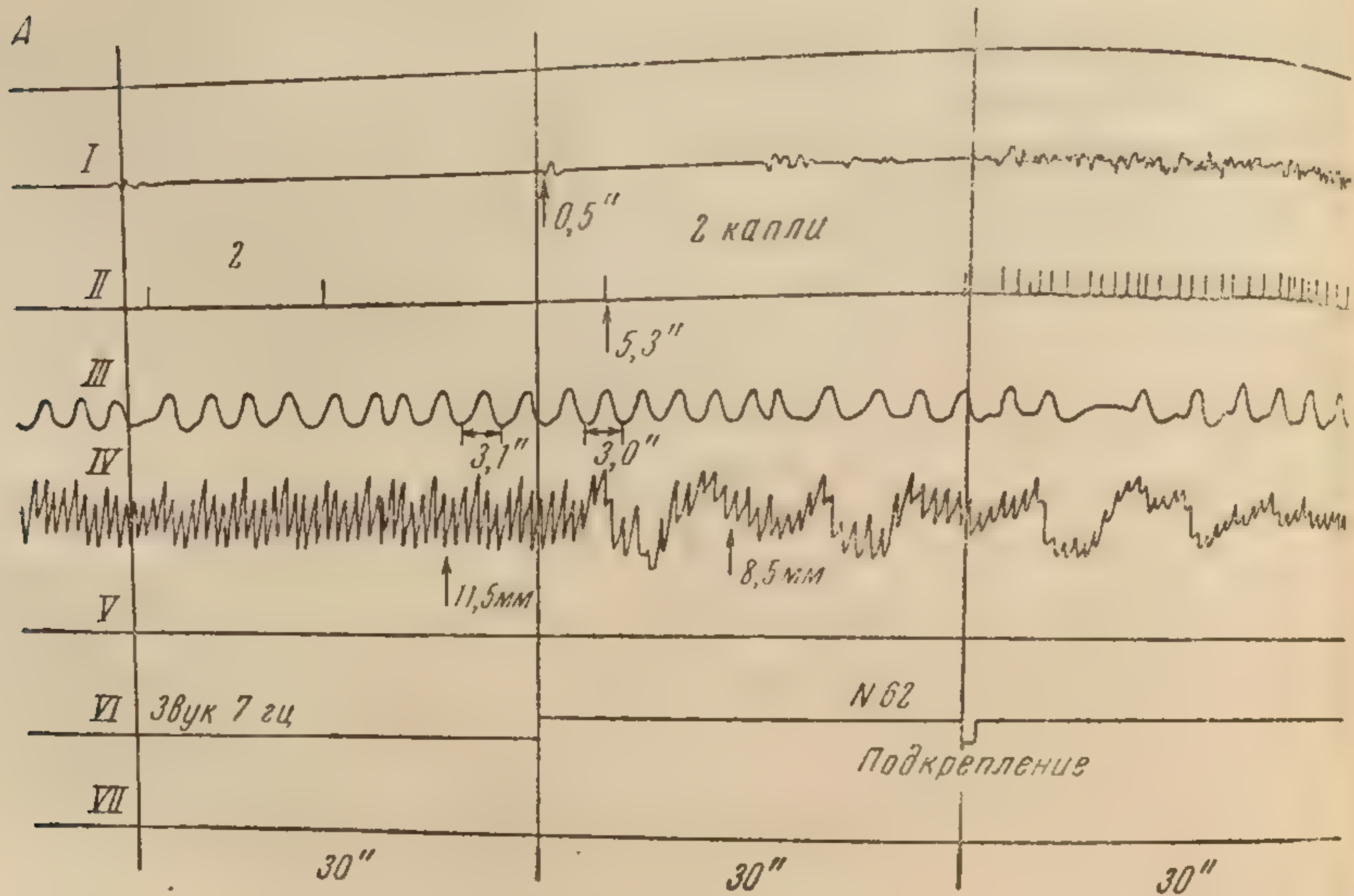


Рис. 17. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Шуры Л. после умственной работы в классе (опыт 16, 14/III 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

сывались только двигательная, секреторная, дыхательная и кожно-гальваническая реакции, плетизмограф в этом исследовании не работал. Видно (см. рис. 17), что кожно-гальваническая реакция отсутствует везде на условные и безусловные раздражения. Что касается дыхательного компонента, то он значительно лучше выражен на слабый раздражитель (рис. 17, Б), чем на сильный (рис. 17, А). На дифференцировочный раздражитель дыхательный компонент отсутствует (рис. 17, В), хотя он имелся (незначительный) в исследовании 13 (см. рис. 16, В).

В исследовании 23 (табл. 9) наблюдалась тормозная уравнивающая фаза: на сильный и слабый условные раздражители выделилось по 2 капли условной слюны. При этом полностью отсутствовал кожно-гальванический компонент на положительные и тормозные условные реакции, а также на безусловный раздражитель — клюкву в сахаре. Вместе с тем имеется незначительный дыхательный компонент. При этом дыхательная реакция не отличается устойчивостью: она лабильна и в промежутках между раздражителями (рис. 18, А). Сосудистая ре-



Р. 18. Комплекс.

акция тоже ла
(рис. 18, Б).
дражителя (р
при отсутстви
Таким об
у эмоциональ
альные или
и на неспец
угнетены (ко
чивостью пр
ное изменен
тельная и со
Другая
стью эмоцио
Сим эмоцио
"бесцветной
10 Заказ 208

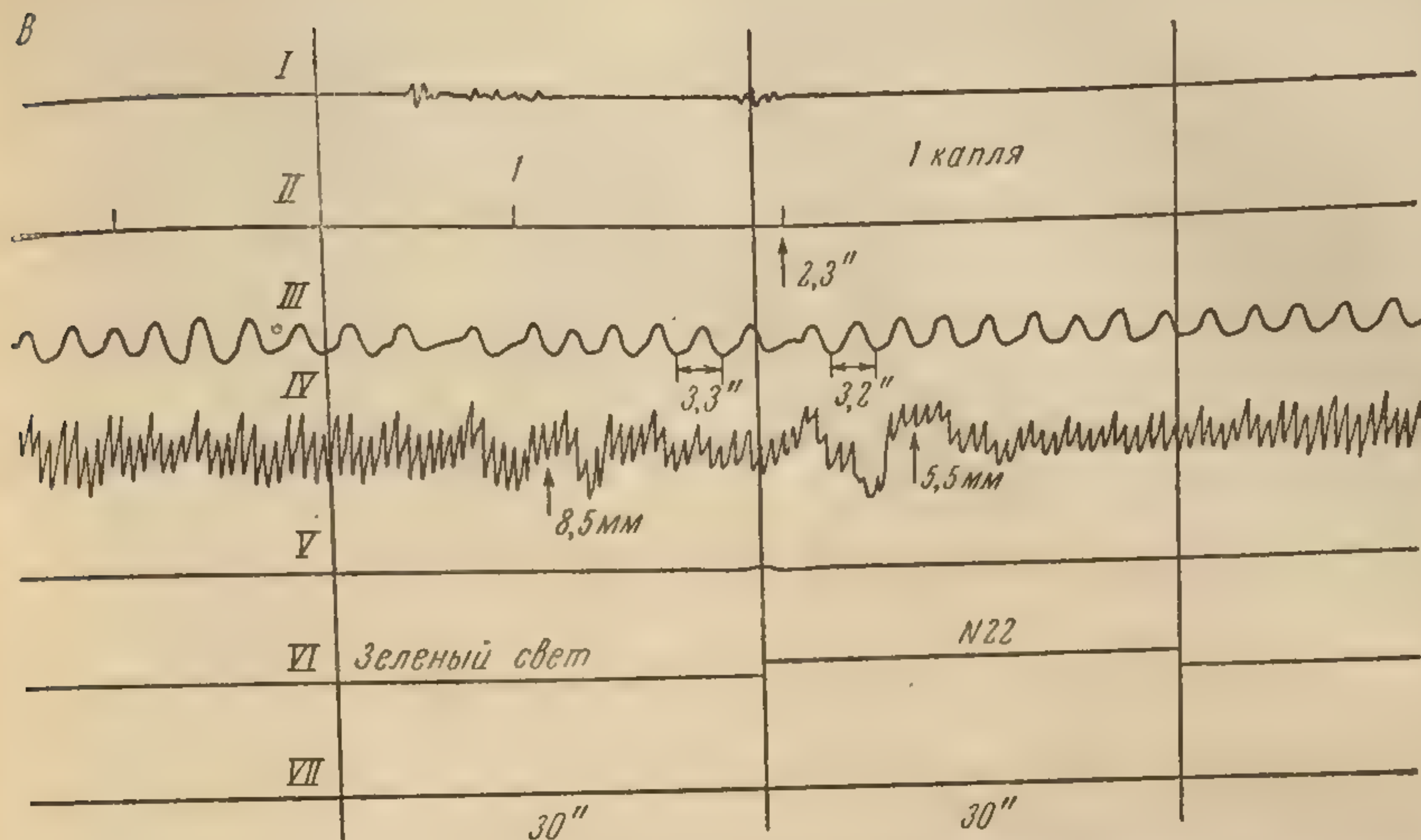
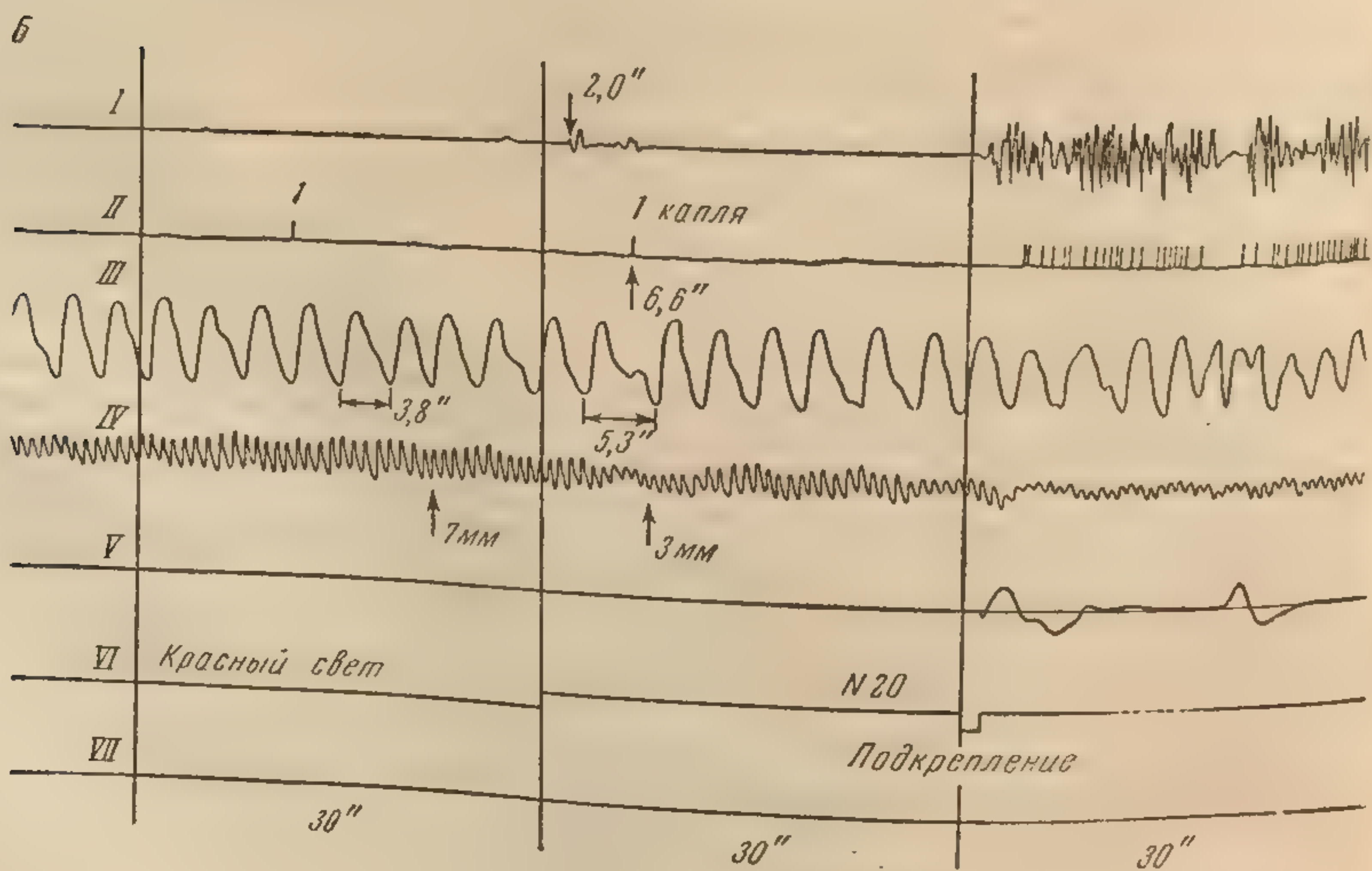
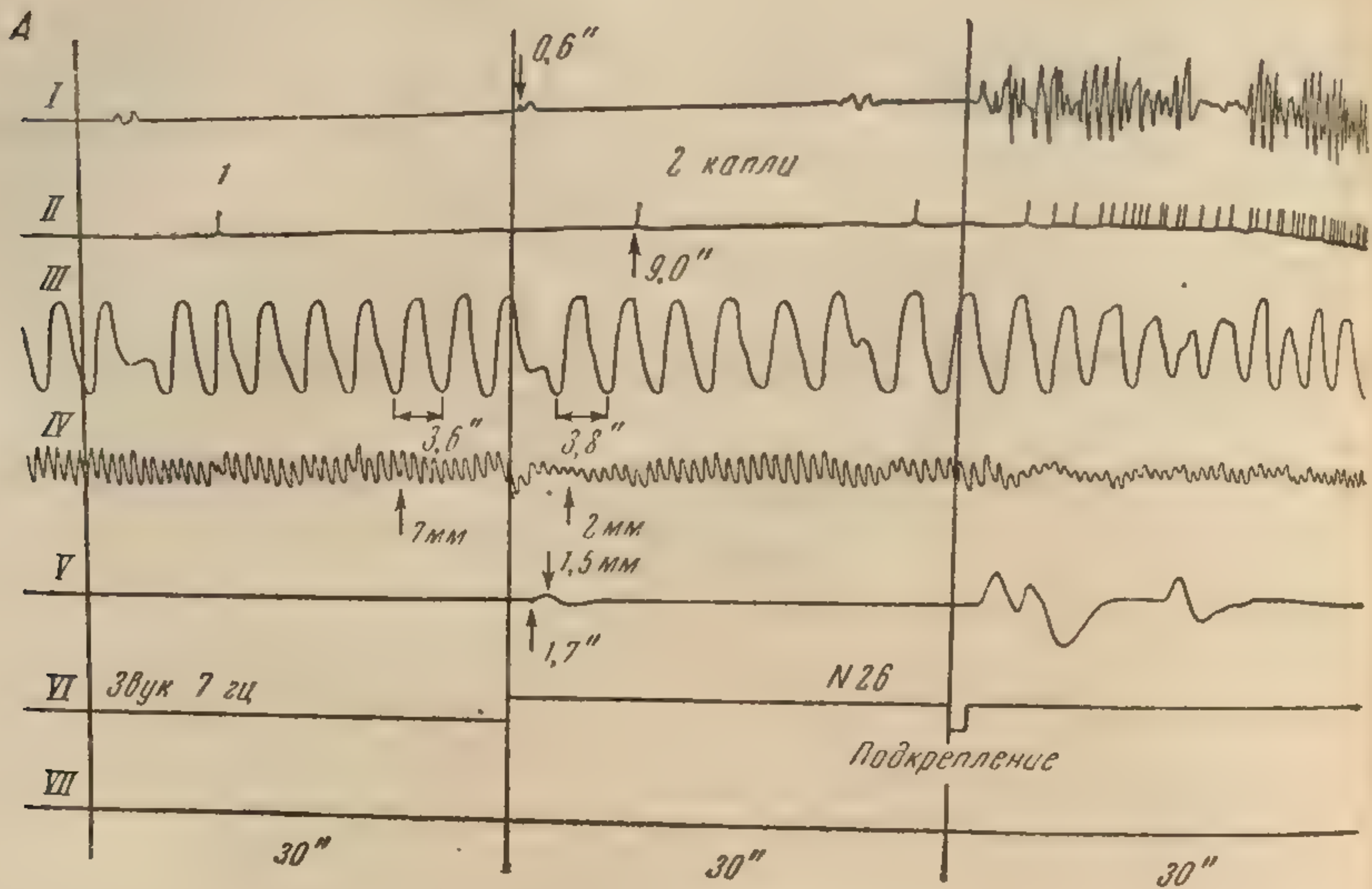


Рис. 18. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Шуры Л. после умственной работы в классе (опыт 23, 11/X 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

акция тоже лабильна и меняется без предъявления раздражителей (рис. 18, Б). Это же видно и при действии дифференцировочного раздражителя (рис. 18, В). В этом случае дыхательная реакция меняется при отсутствии дифференцировки больше, чем при ее предъявлении.

Таким образом, мы видим, что умственное утомление сказывается у эмоциональной девочки Шуры Л. на условных реакциях (парадоксальные или уравнивательные тормозные фазы в больших полушариях) и на неспецифических вегетативных реакциях. Одни из них полностью угнетены (кожно-гальваническая реакция), другие отличаются неустойчивостью при отсутствии раздражителей, т. е. наблюдается волнообразное изменение возбудимости подкорковых центров этих реакций (дыхательная и сосудистая).

Другая девочка — Рита Г., 13 лет, была полной противоположностью эмоциональной и подвижной Шуре Л. Она отличалась очень слабым эмоциональным тонусом. Учитель и воспитатель называли ее «бесцветной», считали эмоционально вялой. Поведение ее было уравни-



Р с. 19. Компле
по

вешенным, о
тичный. Инте
маникур и т.
различной. У
ваний у этой
уравнительна
В исслед
низком уров
вышают 1—2
дыхательного
рассмотрени
рид покоя
тем в ответ
2 капли усло
3,8 секунды
10

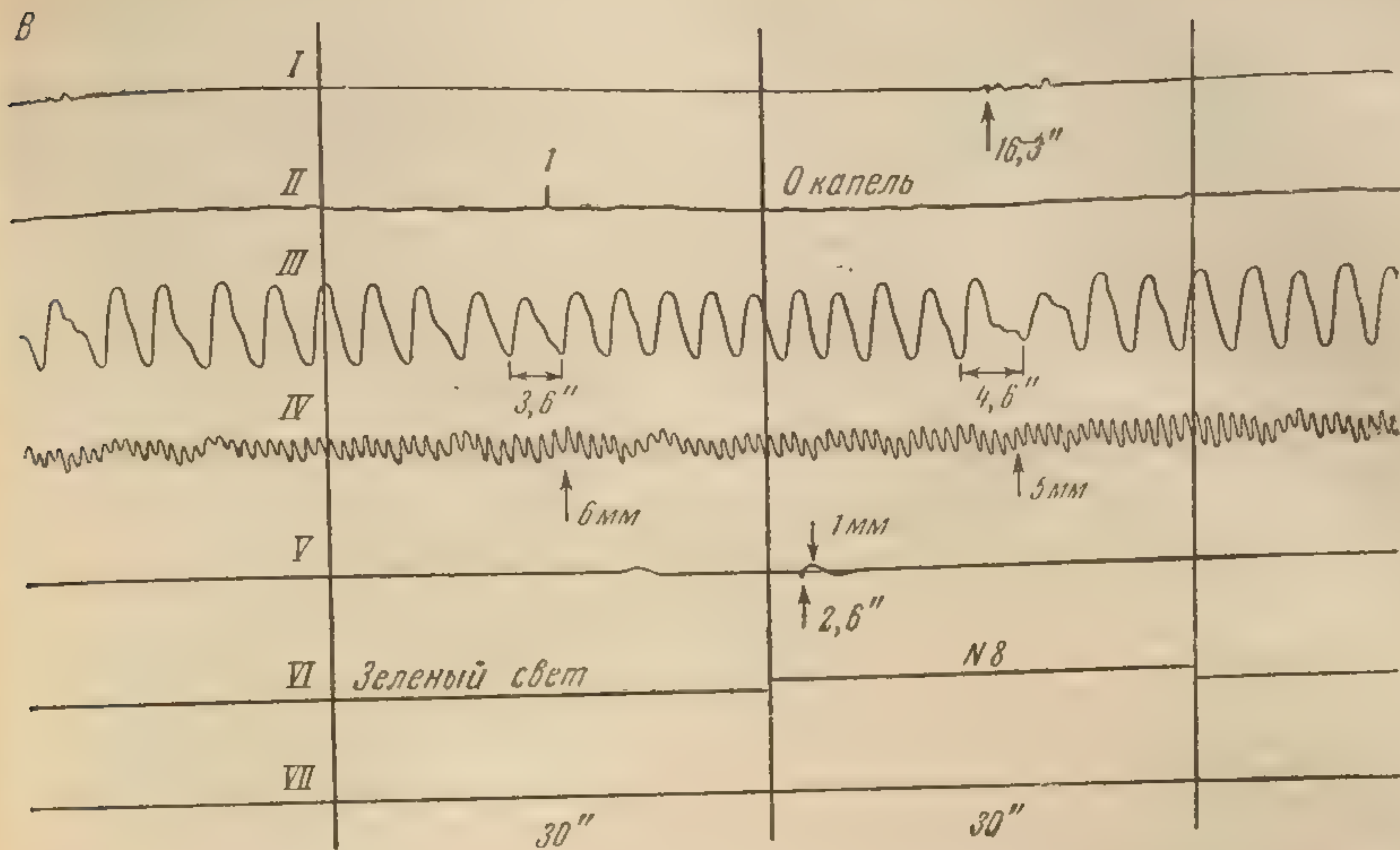
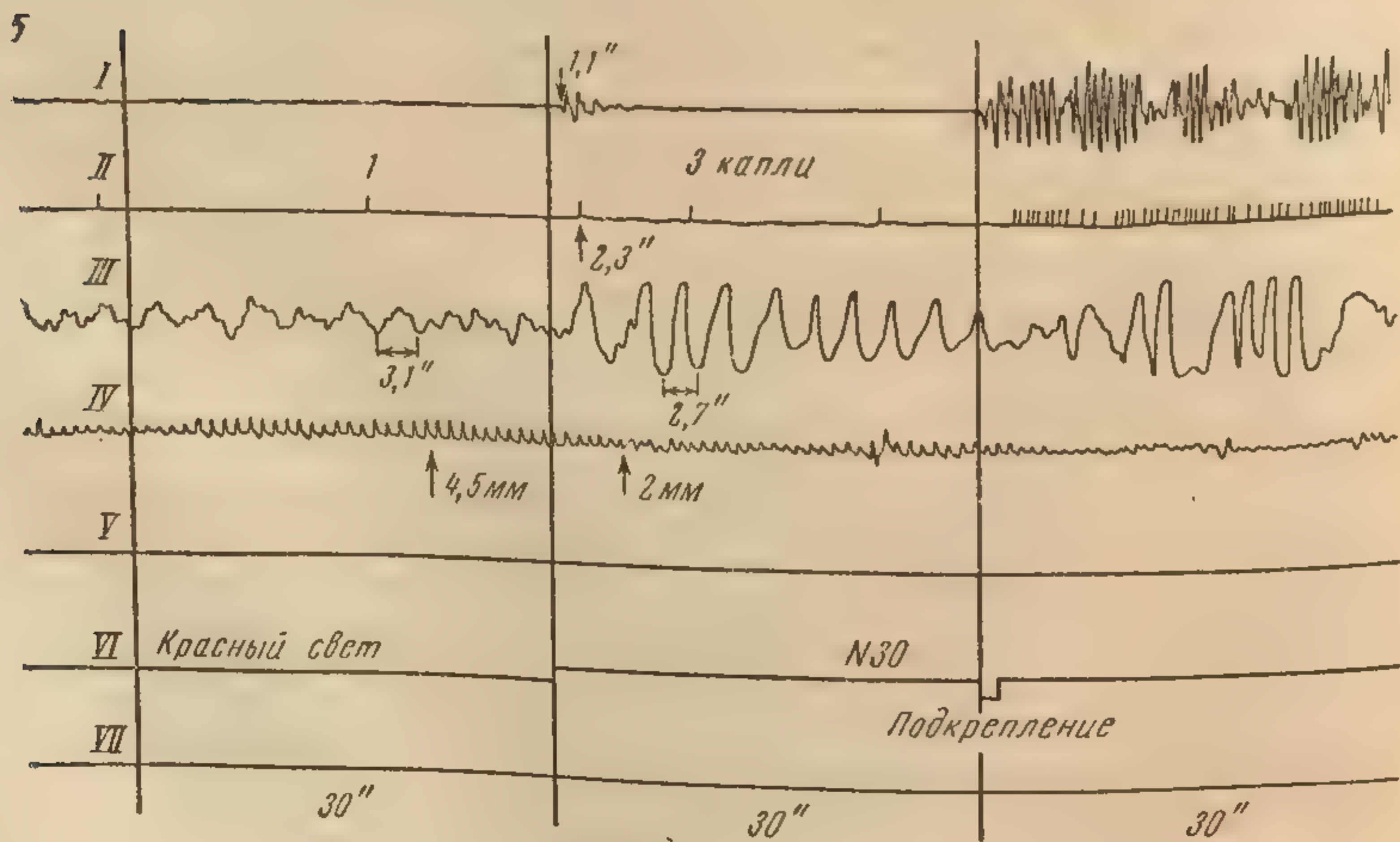
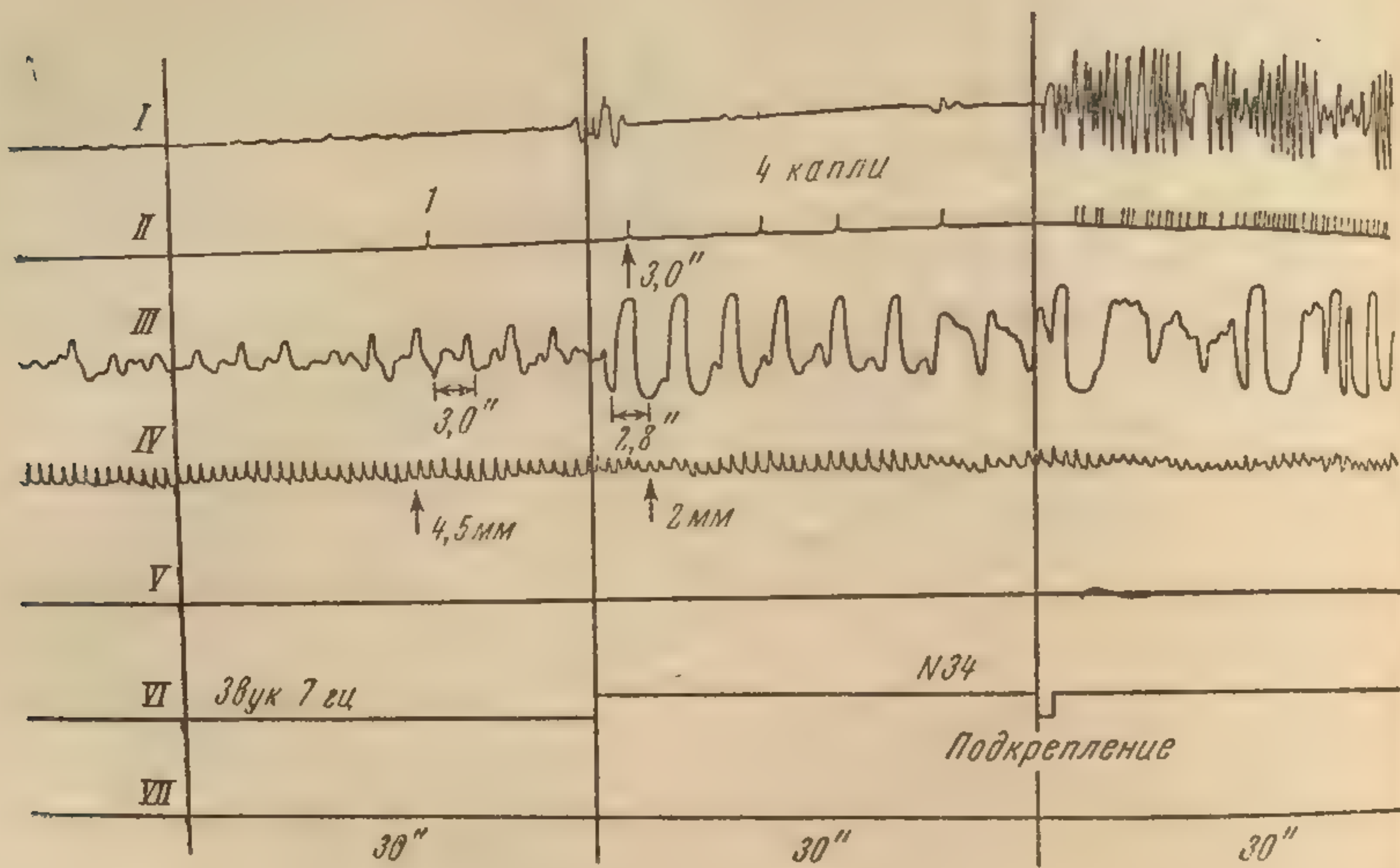


Рис. 19. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Риты Г., 13 лет, после умственной работы в классе (опыт 11, 15/III 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

вешенным, очень спокойным, реакции медленными, характер флегматичный. Интересовалась она лишь своим внешним видом: прическа, маникюр и т. д. Интересы коллектива ее не волновали и оставляли безразличной. Успеваемость была посредственной. В большинстве исследований у этой девочки наблюдались тормозные фазы (преимущественно уравнивательная). Приводим некоторые протоколы (табл. 10).

В исследовании 11 (см. табл. 10) имеется уравнивательная фаза на низком уровне: условные рефлексy на положительные сигналы не превышают 1—2 капли. Одновременно это сочетается почти с отсутствием дыхательного компонента на действие условного раздражителя. При рассмотрении кривых исследования мы видим, что ритм дыхания в период покоя между раздражениями лабильный (рис. 19, А). Вместе с тем в ответ на действия сильного сигнала — звука 7 герц — выделилось 2 капли условной слюны, а ритм дыхания изменился очень мало: с 3,6 на 3,8 секунды, умеренно выражен сосудистый компонент на условный и



с 20. Комплексное
ство

безусловный раз
значительная на
безусловный раз
красный свет) у
тоже равен одной
для одной и с
сахаре оно нез
и еще более
реакция по
значительна на
глицеро-глюко
на, ко
кано-гальвани
гальваническ
живается ли

ECG recording on a grid. The grid has 10 horizontal lines labeled I through VII. The recording shows a regular rhythm with a rate of 113 bpm. The P-R-T interval is 3.0 seconds. The QRS complex is labeled "1 кд.пл." (1 lead). The T wave is labeled "2.5 мм" (2.5 mm). The baseline is labeled "Зеленый свет" (Green light). The recording is labeled "N13".

Обозначения те же, что на рис. 6.

149

Протоколы исследования Риты Г., 13 лет

Таблица 10

Время между раздражениями в секундах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 11, 15/III 1961 г., начало 14 часов 16 минут

4	26	Звук 7 герц	2	9,0	0,6	3,6	3,8	7	2	1,7	1,5	+
4 1/2	20	Красный свет	1	6,6	2,0	3,8	5,3	7	3	Нет	Нет	+
4	8	Зеленый »	0	Нет	16,3	3,6	4,6	6	5	2,6	1,0	0

Исследование 16, 20/IV 1961 г., начало 13 часов 09 минут

3	34	Звук 7 герц	4	30,0	Сп. р.	3,0	2,8	4,5	2,0	Нет	Нет	+
3 1/2	30	Красный свет	3	2,3	1,1	3,1	2,7	4,5	2,0	»	»	+
3 1/2	13	Зеленый »	1	11,3	Нет	3,0	3,3	4,0	2,5	»	»	0

Исследование 17, 25/IV 1961 г., начало 12 часов 12 минут

4	36	Звук 7 герц	1	25,0	1,1	3,1	4,0	5,0	4	Нет	Нет	+
4	37	То же	1	18,0	1,0	3,3	3,3	6,5	3	»	»	+
5	31	Красный свет	1	2,6	1,3	4,0	5,0	6,5	4	»	»	+
1 1/2	14	Зеленый »	1	9,0	Нет	3,6	3,6	7,0	6	»	»	0

Исследование 18, 27/IV 1961 г., начало 13 часов 49 минут

3 1/2	39	Звук 7 герц	2	8,0	0,6	3,3	3,6	7,5	4,0	2,1	1	+
4	33	Красный свет	1	6,3	2,0	3,1	5,3	6,0	4,0	Нет	Нет	+
4	15	Зеленый »	0	Нет	6,3	4,3	5,3	6,5	3,5	»	»	0

Исследование 21, 23/V 1961 г., начало 13 часов 06 минут

4	48	Звук 7 герц	6	2,6	0,5					5,0	2,0	+
5	38	Красный свет	7	4,0	0,6					6,0	1,5	+
4	18	Зеленый »	0	Нет	Нет					Нет	Нет	0

В исследовании 16 рефлексы выше: на звук — 4 капли, на красный свет — 3 капли. Однако эти величины далеки от нормы. Как мы увидим дальше, на звук при снятии утомления выделяется порядка 9 капель условной слюны, на свет — порядка 7 капель. Изолированное действие сильного условного сигнала сопровождалось резким усилением глубины дыхания почти при том же ритме (рис. 20, А), на безусловный раздра-

житель нарушался и ритм дыхания. Одновременно отсутствовал кожно-гальванический компонент на условный и безусловный раздражители, а сосудистый был весьма незначительным. Точно такую же картину наблюдали и при действии слабого условного раздражителя (рис. 20, Б). При действии дифференцировки, давшей одну каплю на таком же фоне (рис. 20, В), имелся незначительный дыхательный компонент, но уже с уменьшением глубины дыхания, и фактическое отсутствие кожно-гальванического и дыхательного компонентов. При этом лабильность дыхательной реакции была резко выражена во всем исследовании 16.

В исследовании 17 все условные рефлексy резко снижены и составляют одну каплю условной слюны на таком же фоне. При предъявлении сильного условного раздражителя, как и в предыдущем опыте, имеется значительное усиление глубины и небольшое замедление дыхания, ритм которого нарушается при действии безусловного раздражителя (рис. 21, А). Сосудистый компонент на условный раздражитель незначительный и кратковременный, на безусловный более длительный. Кожно-гальваническая реакция полностью отсутствует на условное раздражение и крайне мало на безусловное. При предъявлении слабого условного раздражителя также выделилась лишь одна капля условной слюны, но при сравнении кривых (рис. 21, А и Б) видно, что при предъявлении звука фон также характеризовался одной каплей, а скрытый период секреторной условной реакции был равен 25 секундам. При предъявлении же красного света фон составлял 0 капель, а скрытый период 2,6 секунды, т. е. в первом случае условного рефлекса фактически не было, а во втором случае (на слабый сигнал) он был, хотя и минимальный. Дыхательный компонент здесь также выражался в усилении глубины дыхания (однако это усиление было значительно слабее) и незначительном замедлении дыхания (4 секунды и 5 секунд). Действие клюквы в сахаре вызывало такое нарушение дыхания (глубины и ритма), как в первом случае при предъявлении сильного условного раздражителя (рис. 21, Б). Сосудистая реакция отличалась «спонтанными» медленными колебаниями тонуса, так что на этом фоне трудно проследить сосудистый компонент, который виден на этом фоне лишь в ответ на безусловное раздражение. Кожно-гальванический компонент отсутствовал на условное и безусловное раздражения.

При предъявлении дифференцировочного раздражителя (зеленый свет) имелась одна капля (на фоне одной капли) при полном отсутствии всех вегетативных неспецифических компонентов этой реакции: дыхательного (3,6 и 3,6 секунды), сосудистого и кожно-гальванического (рис. 21, В).

В исследовании 18 также наблюдалась тормозная уравнивающая фаза: на фоне одной капли положительные условные раздражители вызвали 2—1 каплю условной слюны. В ответ на предъявление сильного

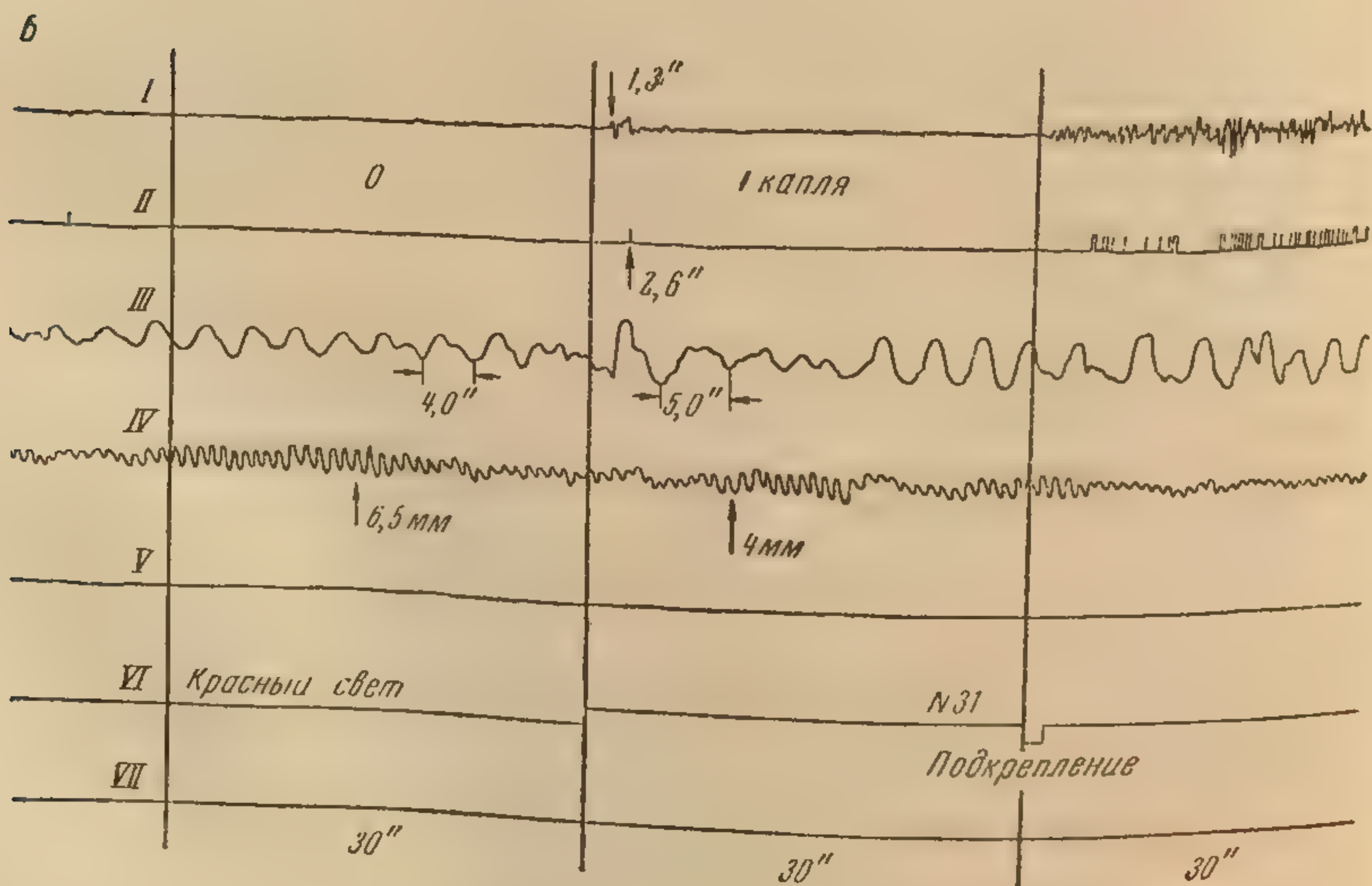
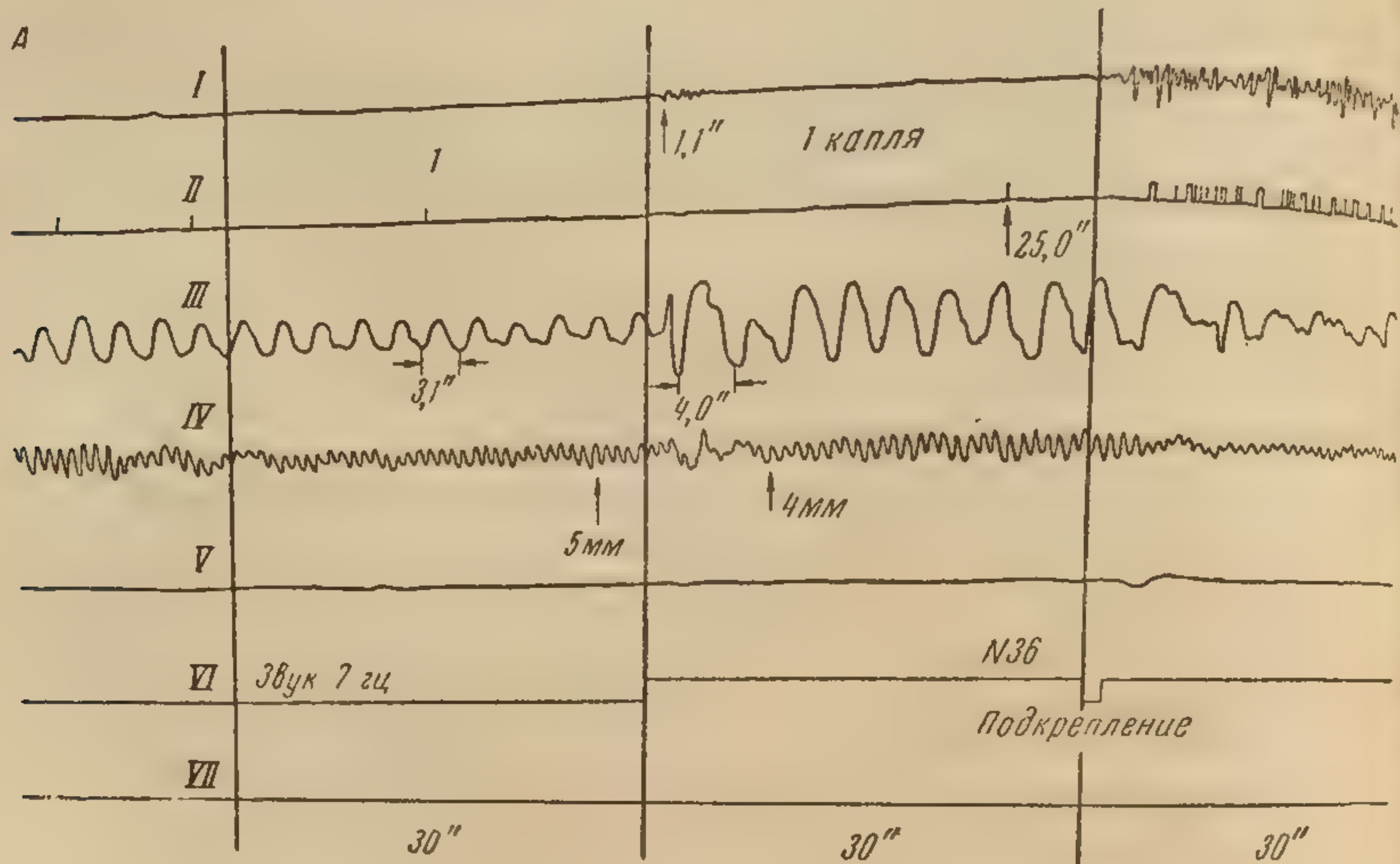


Рис. 21.

услов.
 лило
 0,6 с
 сосуд
 замед
 комп
 кожны
 жите
 реак
 слаб
 один
 хан
 стог
 стви
 тов.

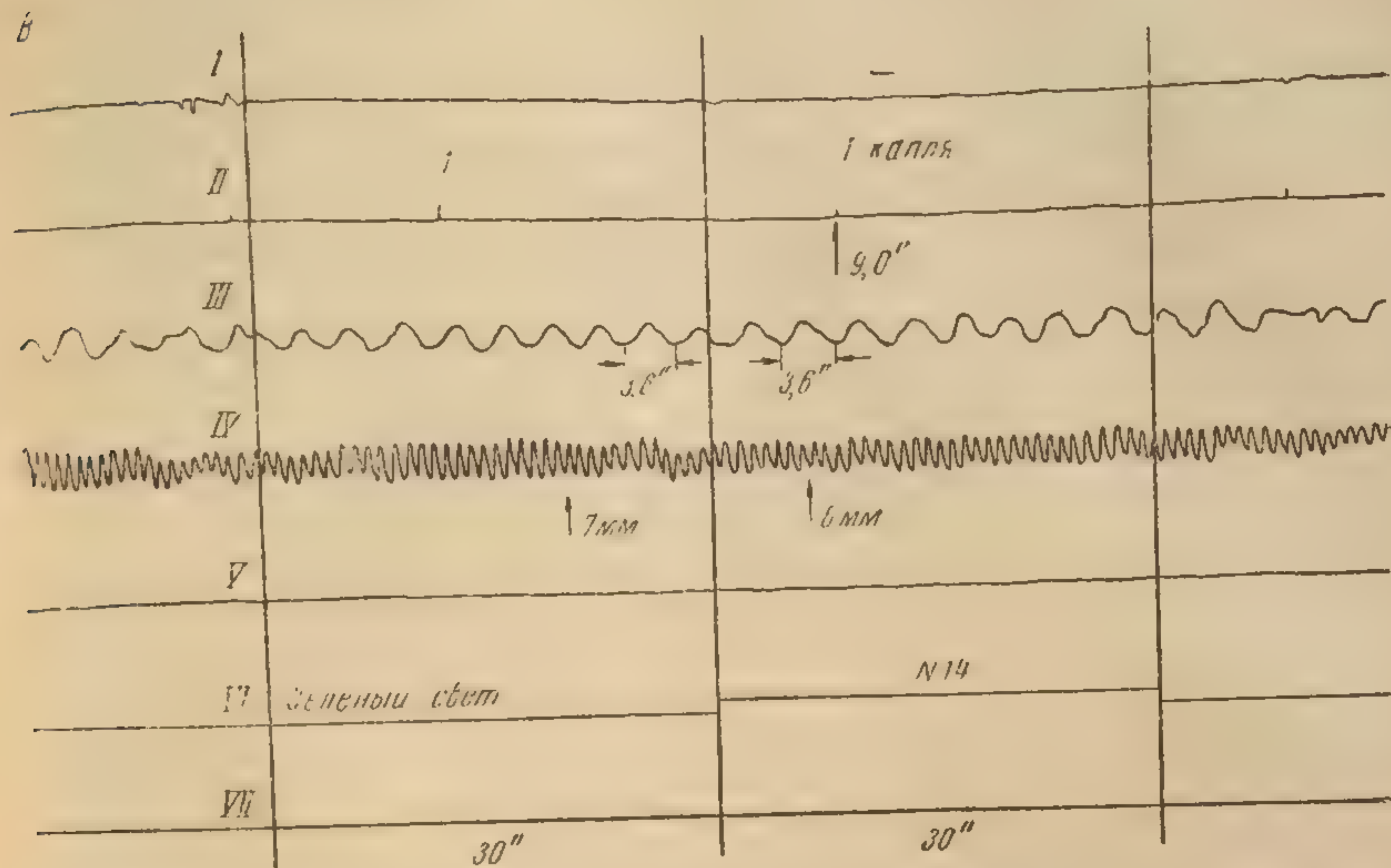


Рис. 21. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Риты Г. после умственной работы в классе (опыт 17, 25/IV 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

условного раздражителя (рис. 22, А) была следующая картина: выделилось 2 капли слюны, двигательный рефлекс имел скрытый период 0,6 секунды, эти условные рефлексy сопровождались незначительным сосудистым компонентом в виде кратковременного очень небольшого замедления дыхания (3,3 и 3,6 секунды), кратковременным сосудистым компонентом (7,5 и 4 мм) и ничтожной, которую можно не учитывать, кожно-гальванической реакцией (1 мм). Действие безусловного раздражителя дало несколько более выраженные изменения всех описанных реакций, но весьма умеренного характера. В ответ на предъявление слабого условного раздражителя (рис. 22, Б) наблюдалась примерно одинаковая картина: кратковременное на один период замедление дыхания, которое сразу же принимало прежний ритм, отсутствие сосудистого (спонтанные колебания плетизмограммы больше, чем при действии условного пищевого сигнала) и кожно-гальванического компонентов. Наконец, дифференцировочный раздражитель дал 0 капель на

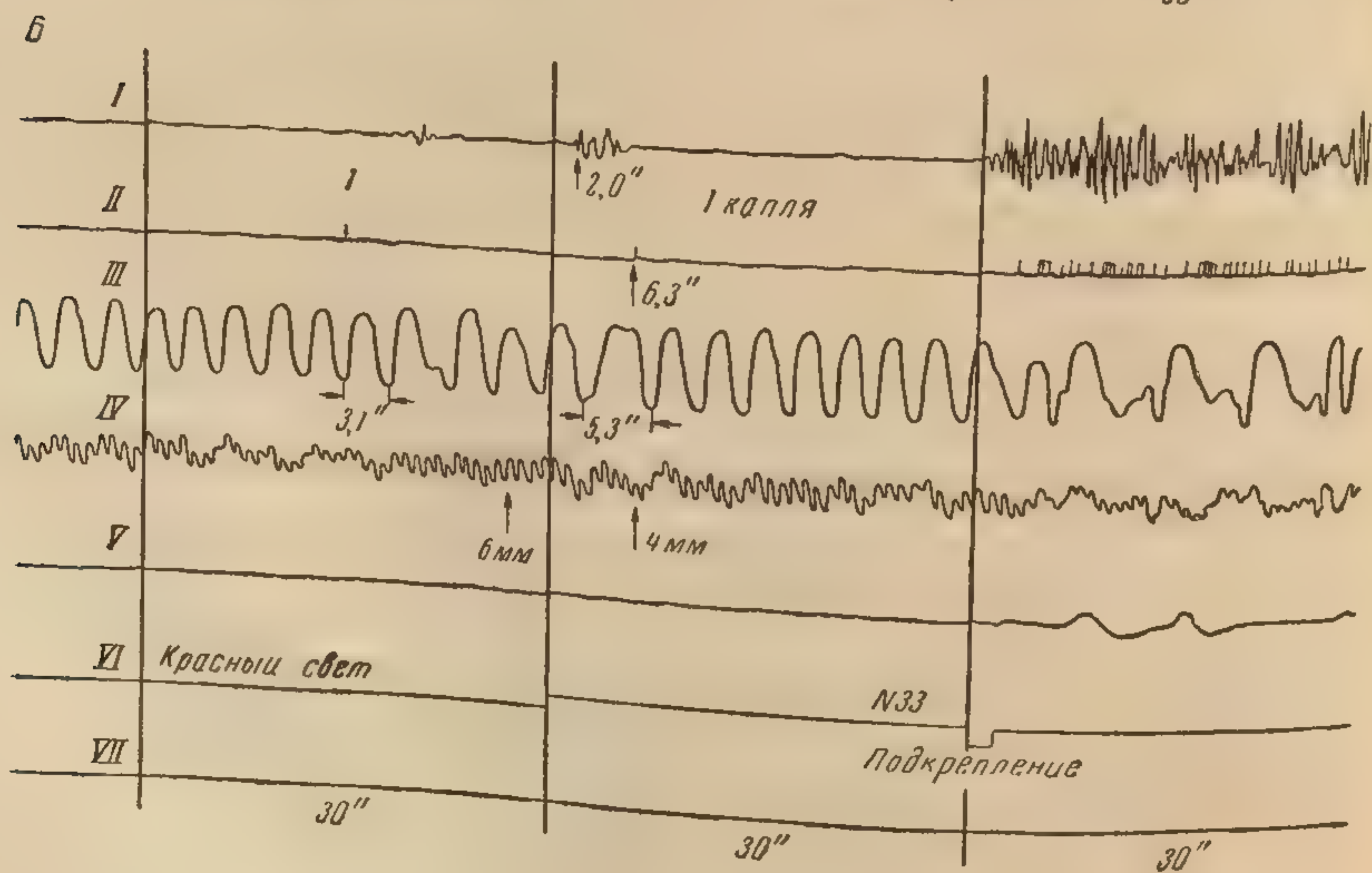
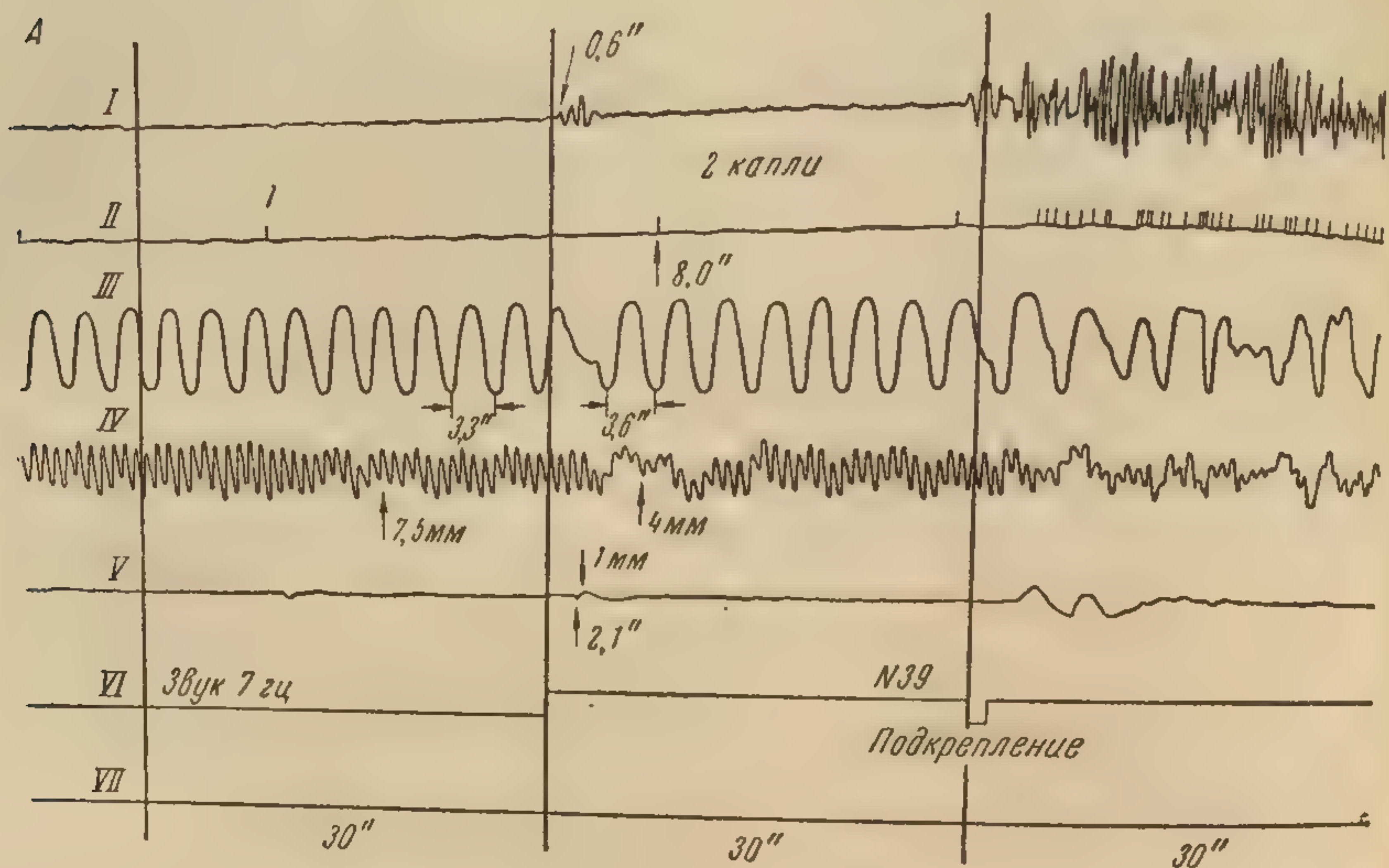


Рис 22. Ко

фоне од
сосудист
отсутств
Сум
тормозн
сивност
ванию,
следова
возбуд
ют воз
лярной
(иногда
этих о
жител

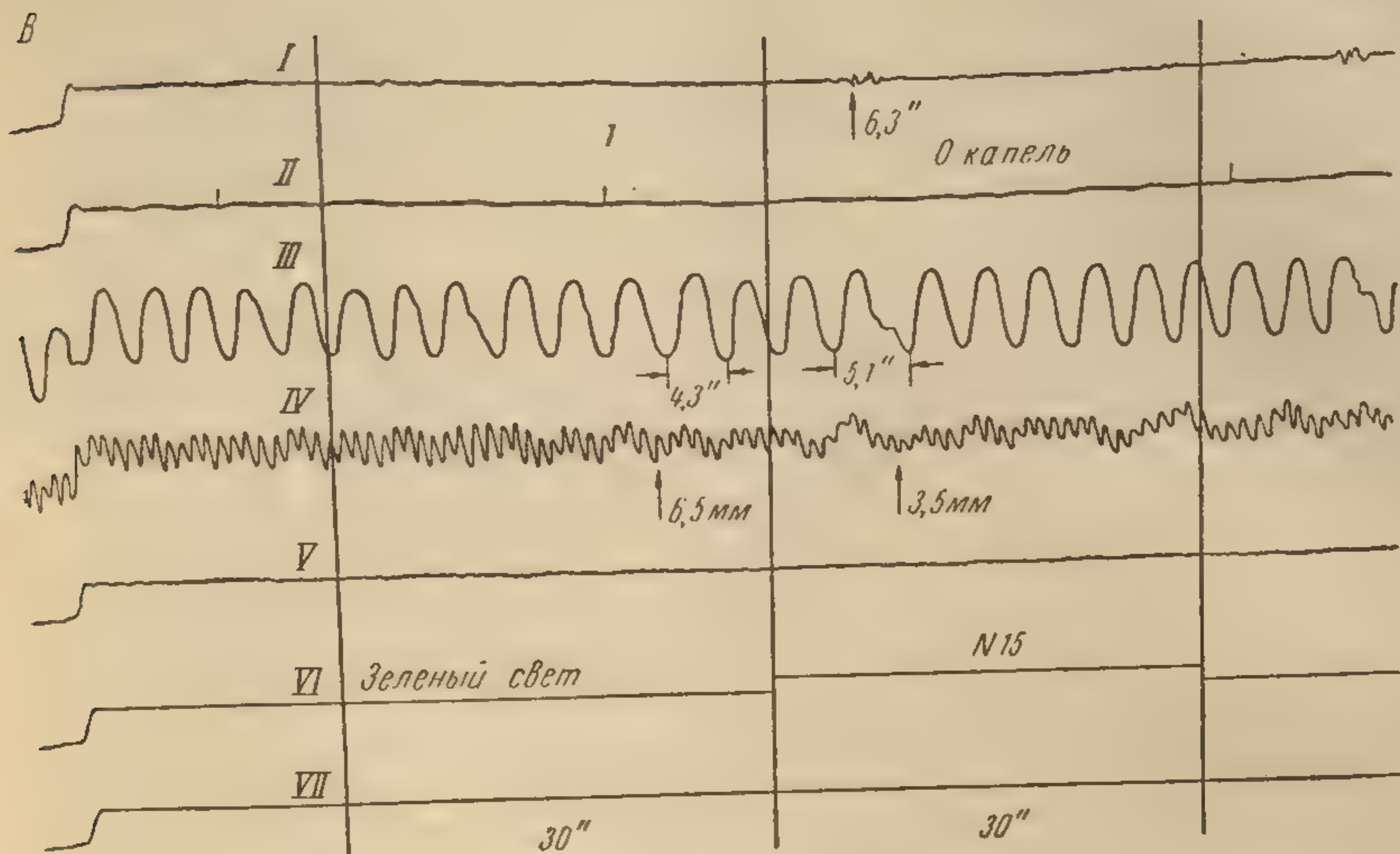


Рис. 22. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Риты Г. после умственной работы в классе (опыт 18, 27/IV 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

фоне одной капли, при этом имелись незначительный дыхательный и сосудистый компоненты; кожно-гальванический компонент полностью отсутствовал.

Суммируя описание исследований Риты Г., можно утверждать, что тормозные фазы в коре больших полушарий имеют различную интенсивность и экстенсивность, они колеблются от исследования к исследованию, что видно по величине условных рефлексов: от одной капли в исследованиях 11 и 17 до 4—7 капель в исследованиях 16 и 21. Колебания возбудимости в коре больших полушарий в различной степени понижают возбудимость сосудистого и дыхательного центров, а также ретикулярной формации мозгового ствола, что проявляется в различных (иногда избирательных) формах угнетения неспецифических реакций этих образований в ответ на условный и безусловный пищевые раздражители.

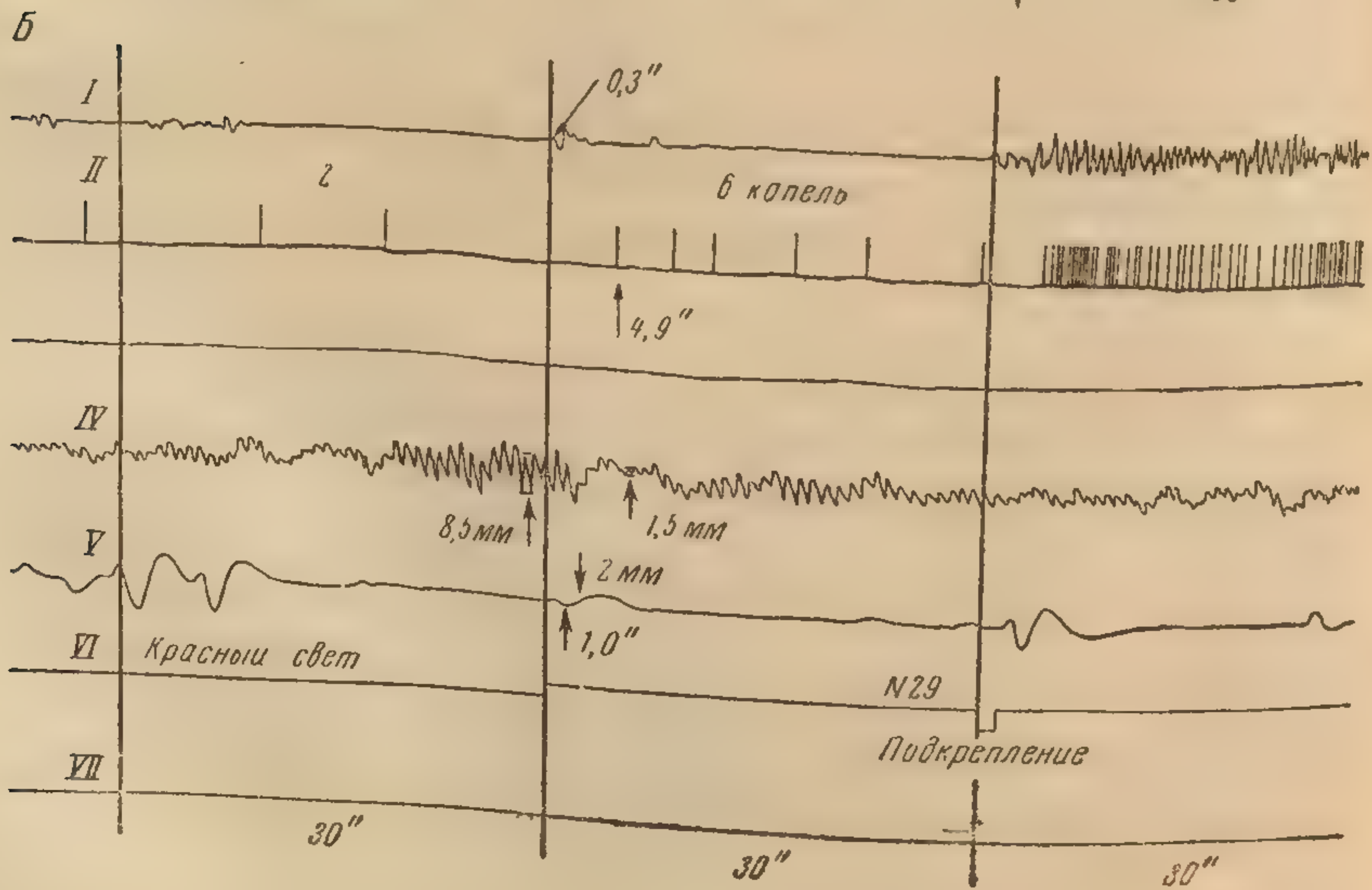
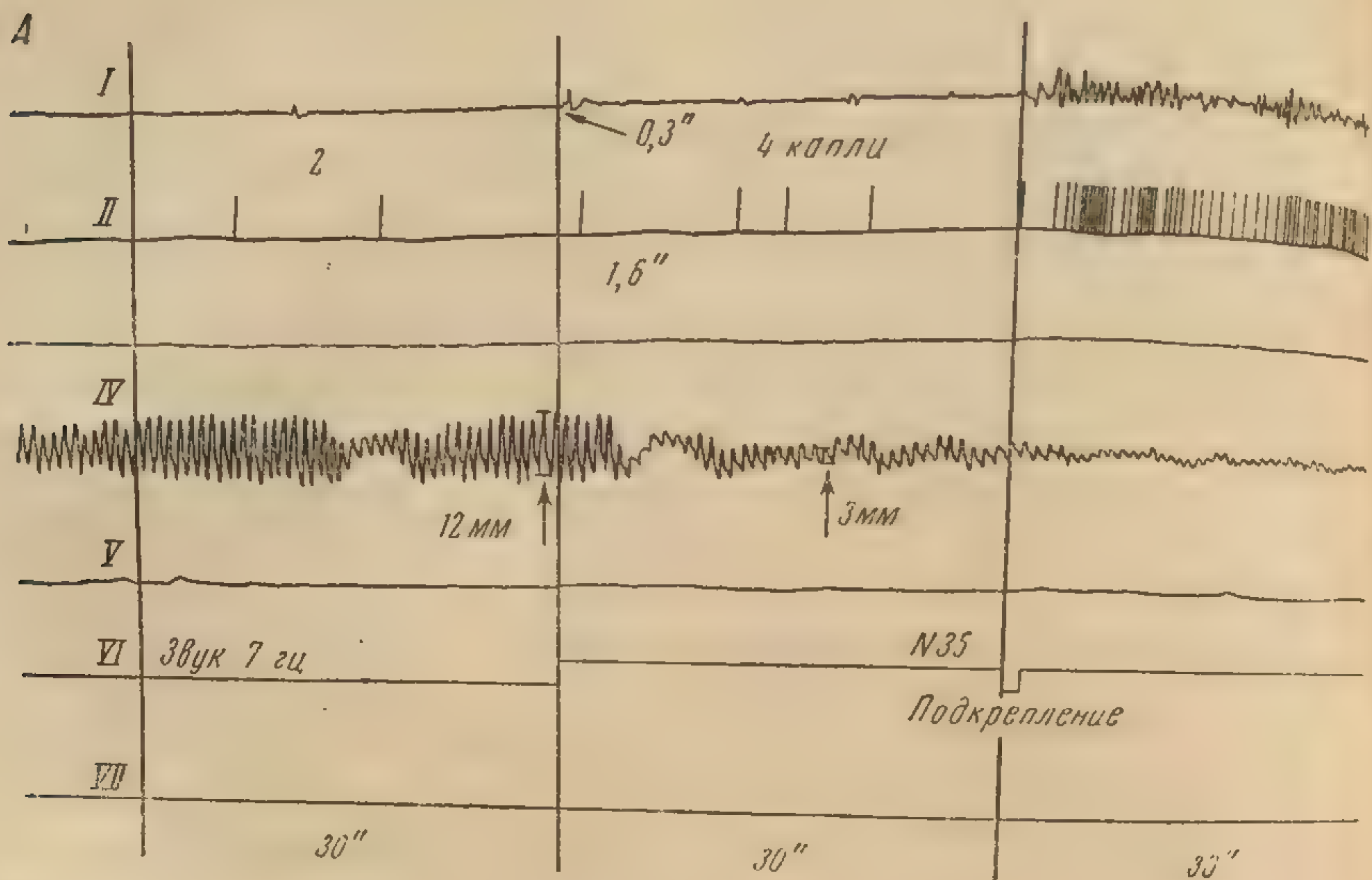


Рис. 23 К.

В р
тельно х
кий бы
исследо
казали
Так
были у
на угле
кожно-г
с тормо
ра, кор
различ
униетав
реальных

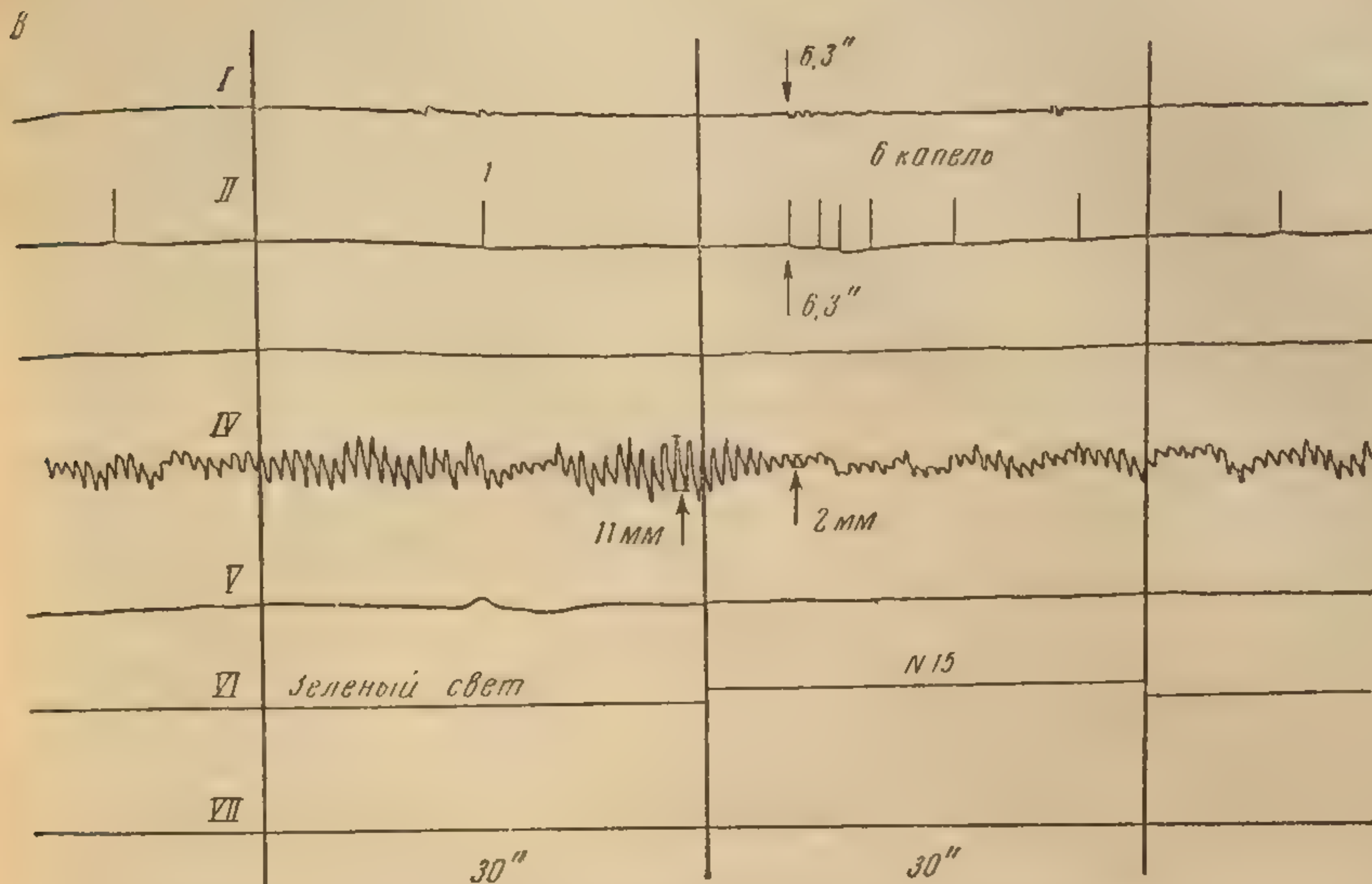


Рис. 23. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Ц., 14 лет, после умственной работы в классе (опыт 13, 11/IV 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

В ряде исследований (16, 17) дыхательный компонент был относительно хорошо выражен, а сосудистый и особенно кожно-гальванический были или незначительные или полностью отсутствовали. В других исследованиях (11) дыхательный и кожно-гальванический компоненты оказались незначительными, а сосудистый был выражен немного лучше.

Таким образом, при утомлении в большей или меньшей степени были угнетены неспецифические вегетативные реакции, что указывало на угнетение подкорковых образований. Особенно сильно угнеталась кожно-гальваническая реакция и ее угнетение было обычно однозначно с торможением коры и величиной условных рефлексов. Так же, как и кора, корково-подкорковые взаимоотношения при утомлении изменяются различным образом: разные подкорковые центры при этом не одинаково угнетаются. Угнетение кожно-гальванической реакции в обеих рассмотренных группах опытов (см. рис. 16—22) свидетельствует о том, что,

Таблица 11

Протоколы исследований Тани Ц., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 13, 11/IV 1960 г., начало 13 часов 52 минуты

35	Звук 7 герц	4	1,6	0,3				12,0	3,0	Нет	Нет	+
29	Красный свет	6	4,9	0,3				8,5	1,5	1,0	2,0	+
15	Зеленый »	6	6,3	6,3				11,0	2,0	Нет	Нет	0

Исследование 16, 11/V 1960 г., начало 13 часов 46 минут

41	Звук 7 герц	4	5,3	0,3	3,6	5,3				Нет	Нет	+
36	Красный свет	5	0,8	0,3	3,5	6,0				»	»	+
21	Зеленый »	1	12,0	Нет	3,7	3,0				»	»	0

Исследование 21, 21/XII 1960 г., начало 14 часов 03 минуты

5	51	Звук 7 герц	4	3,3	1,3	3,6	3,5	15	12	3,8	2,5	+
4	47	Красный свет	4	7,6	1,0	3,3	7,0	16	13	3,0	1,0	+
5	27	Зеленый »	1	12,6	6,3	3,3	5,0	13	11	2,0	1,5	0
3	28	» »	1	27,6	6,6	3,3	4,6	12	12	6,0	0,7	0

по-видимому, скорее всего при развитии тормозных фазовых состояний в коре больше всего угнетается ретикулярная формация мозгового ствола.

Следующий ребенок, к изучению корково-подкорковых взаимоотношений которого мы переходим, резко отличался своим поведением от очень спокойной, медлительной, мало разговорчивой Риты Г. Это была девочка Таня Ц., 14 лет. Она хорошо училась. Ее реакции, движения отличались большой быстротой. Она любила поговорить и вступала со мною в длительные беседы, задавая массу вопросов. В свою очередь много рассказывала о себе и подругах. Учителя и воспитатели, отмечая ее дисциплинированность и уравновешенность, вместе с тем указывали на ее возбудимость. Ее можно было характеризовать как сангвиника.

Приводим протоколы нескольких типичных исследований Тани Ц. (табл. 11).

Как видно из табл. 11, условнорефлекторные ответы характеризуются тормозными фазами (парадоксальной и уравнительной). Так было

почти во всех исследованиях. Однако интересно отметить, что в день победы (9/V 1960 г.), когда у детей была торжественная пионерская линейка после уроков, отмечались условные рефлексy, соответствующие «закону силы» (звук вызвал 6 капель, красный свет — 3, зеленый свет — 2 капли). Во всех же других случаях наблюдались тормозные фазы в больших полушариях. По-видимому, указанный случай можно объяснить положительными эмоциями (праздничное настроение), правда, величина условных рефлексов была все-таки ниже, чем у этой девочки при оптимальной возбудимости головного мозга, как мы увидим в дальнейшем.

В исследовании 13 на сильный раздражитель (звук) условный рефлекс был 4 капли, а на слабый (красный свет) — 6 капель. Дифференцировка растормозилась: зеленый свет вызвал секреторную (6 капель) и двигательную реакции (у обеих скрытый период 6,3 секунды). При рассмотрении кривых видно (рис. 23, А), что на условный (звук) и безусловный (клюква в сахаре) раздражители отсутствует кожно-гальванический компонент. Сосудистая реакция очень лабильна: ее амплитуда меняется даже без действия раздражителей, дыхательная реакция не записывалась. На слабый раздражитель (красный свет) наблюдается не только ответ 6 капель условной слюны, но и незначительная кожно-гальваническая реакция, которая немного больше на безусловный раздражитель, и еще больше фоновая кожно-гальваническая реакция (рис. 23, Б). Лабильность сосудистой реакции здесь выражена еще больше. По-видимому, торможение охватило преимущественно слуховой анализатор: меньше условный рефлекс, отсутствует кожно-гальваническая реакция на условный и безусловный раздражители. При предъявлении дифференцировочного раздражителя кожно-гальваническая реакция отсутствует, сосудистая реакция неустойчива в промежутках между раздражениями (рис. 23, В).

В исследовании 16 также наблюдалась тормозная парадоксальная фаза. Здесь записывались условные двигательная и секреторная реакции и их кожно-гальванический и дыхательный неспецифические компоненты. При 41-м применении звука условный рефлекс 4 капли сопровождался отсутствием кожно-гальванической реакции на условный и безусловный раздражители (рис. 24, А). Дыхание было лабильным (ритм был то реже, то чаще без предъявления раздражителя). При 36-м предъявлении красного света выделилось 5 капель условной слюны (рис. 24, Б) и отсутствовала кожно-гальваническая реакция, также имела лабильность дыхания. При действии дифференцировки (рис. 24, В) имела одна капля на фоне 2 капель. Кожно-гальваническая реакция отсутствовала при действии тормозного условного раздражителя, но появилась после его окончания. Ритм дыхания лабильный.

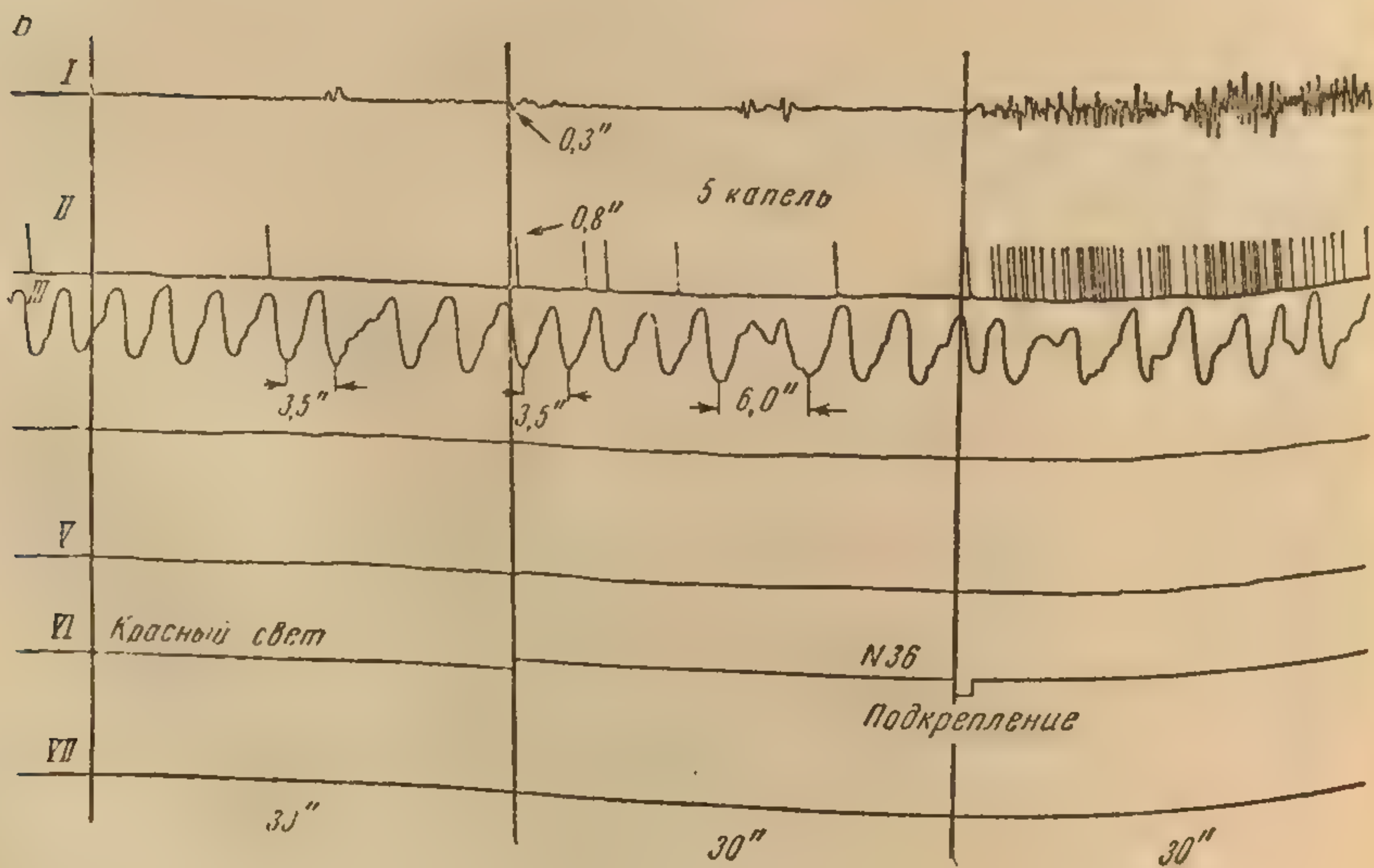
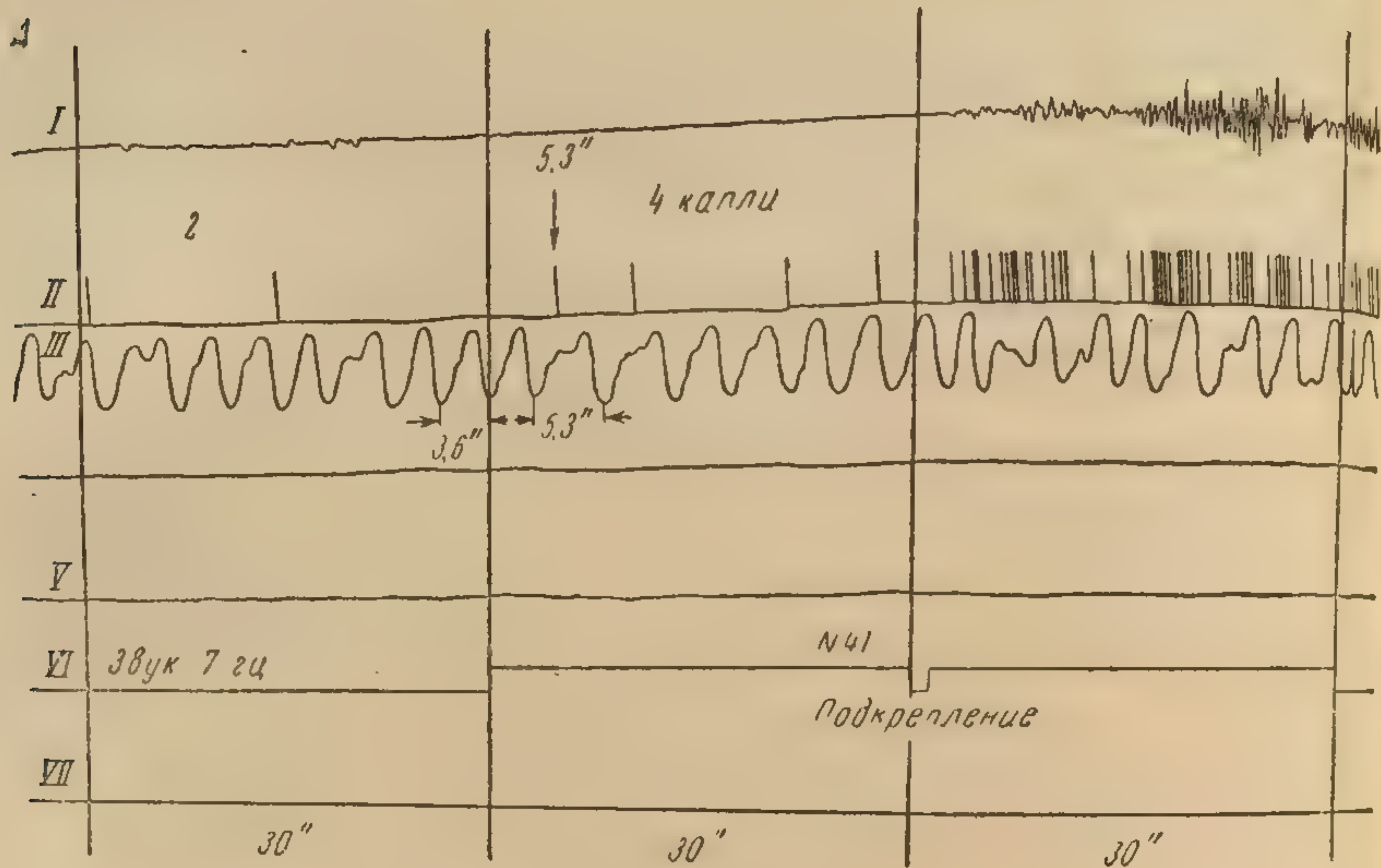


Рис 24. Ком

В ис
коре бол
выделил
сильног
тельной
еще слаб
тельные
теля уси
дыхател
учесть л
слабог
гальван
она нес
слабо (

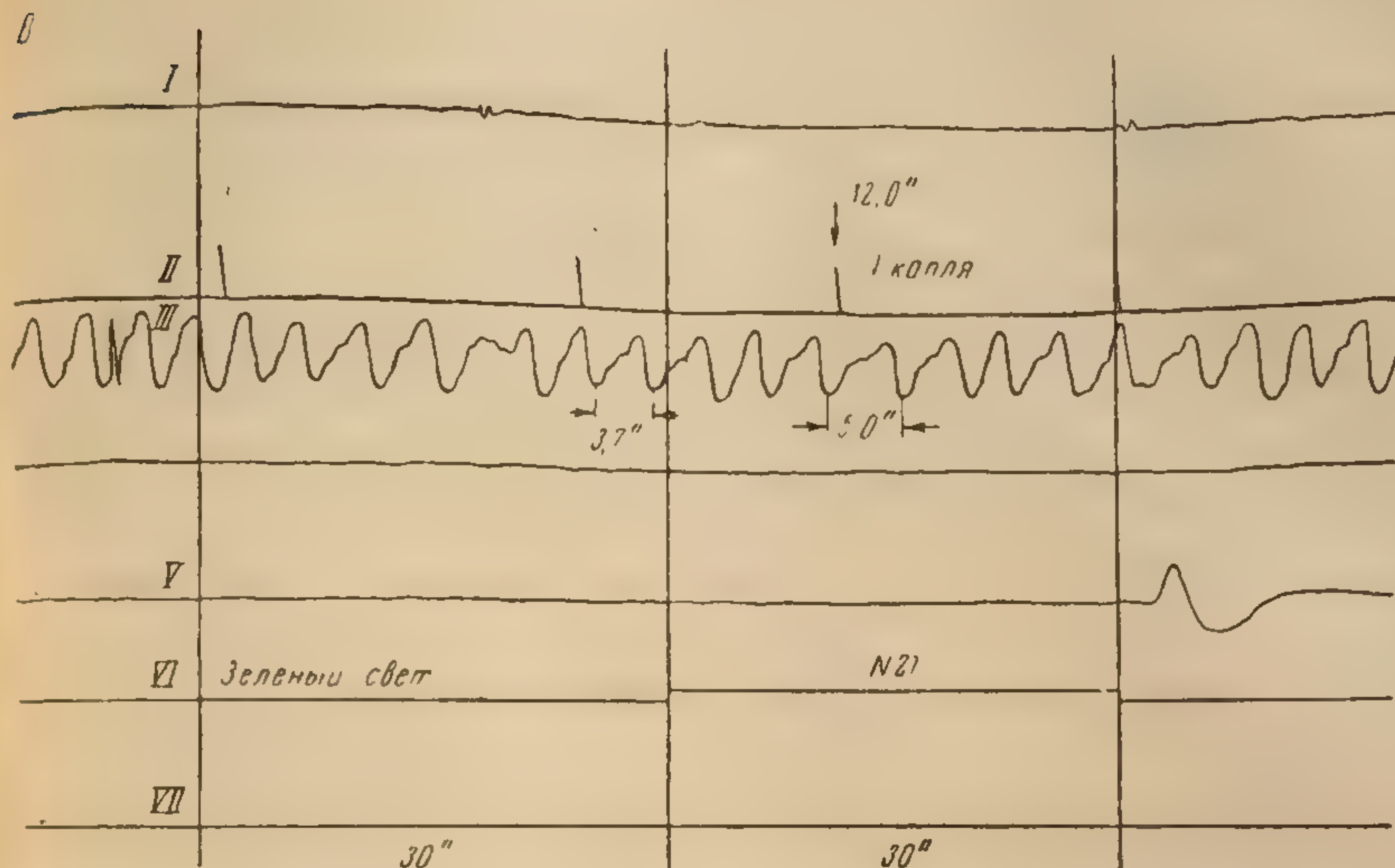
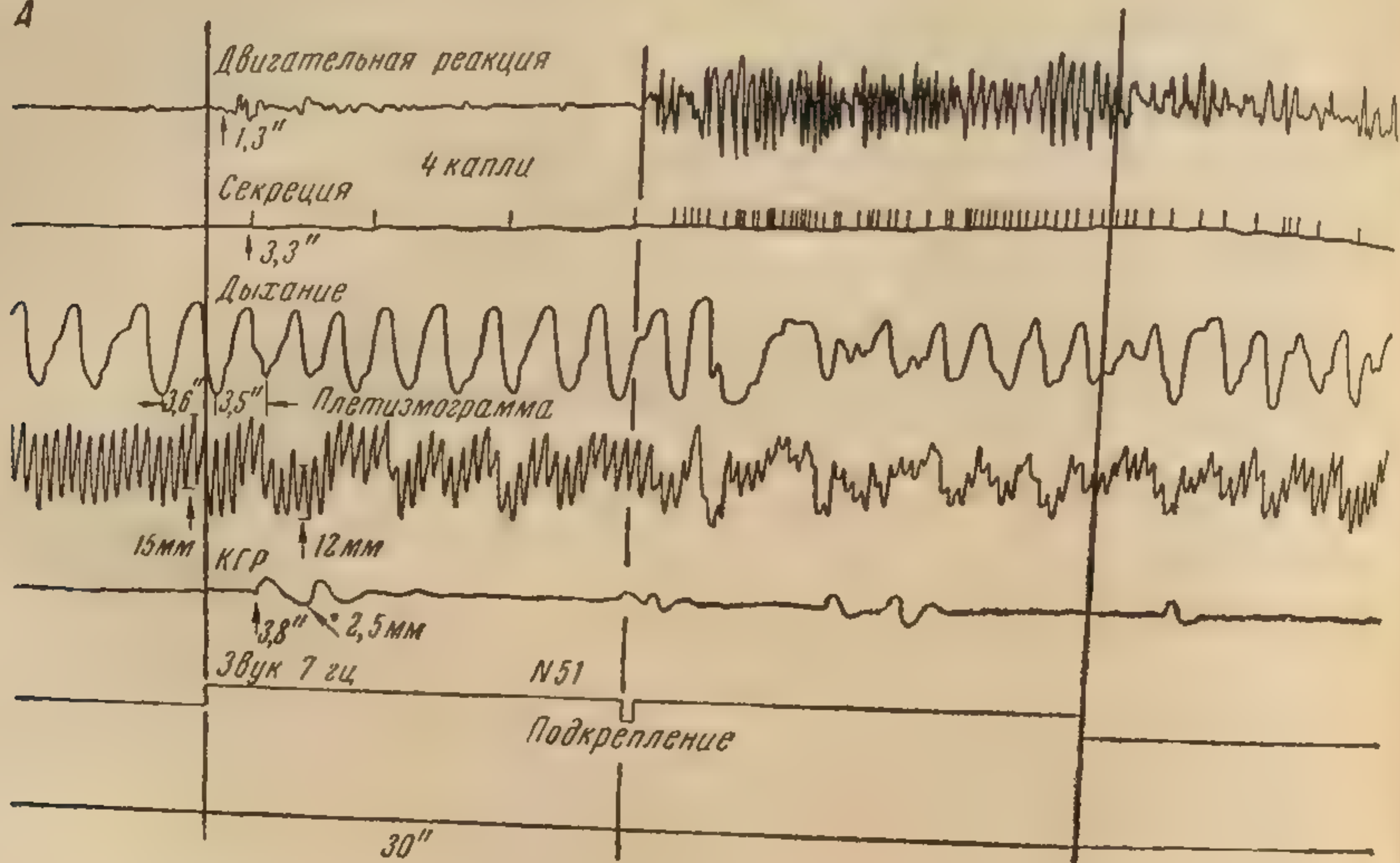


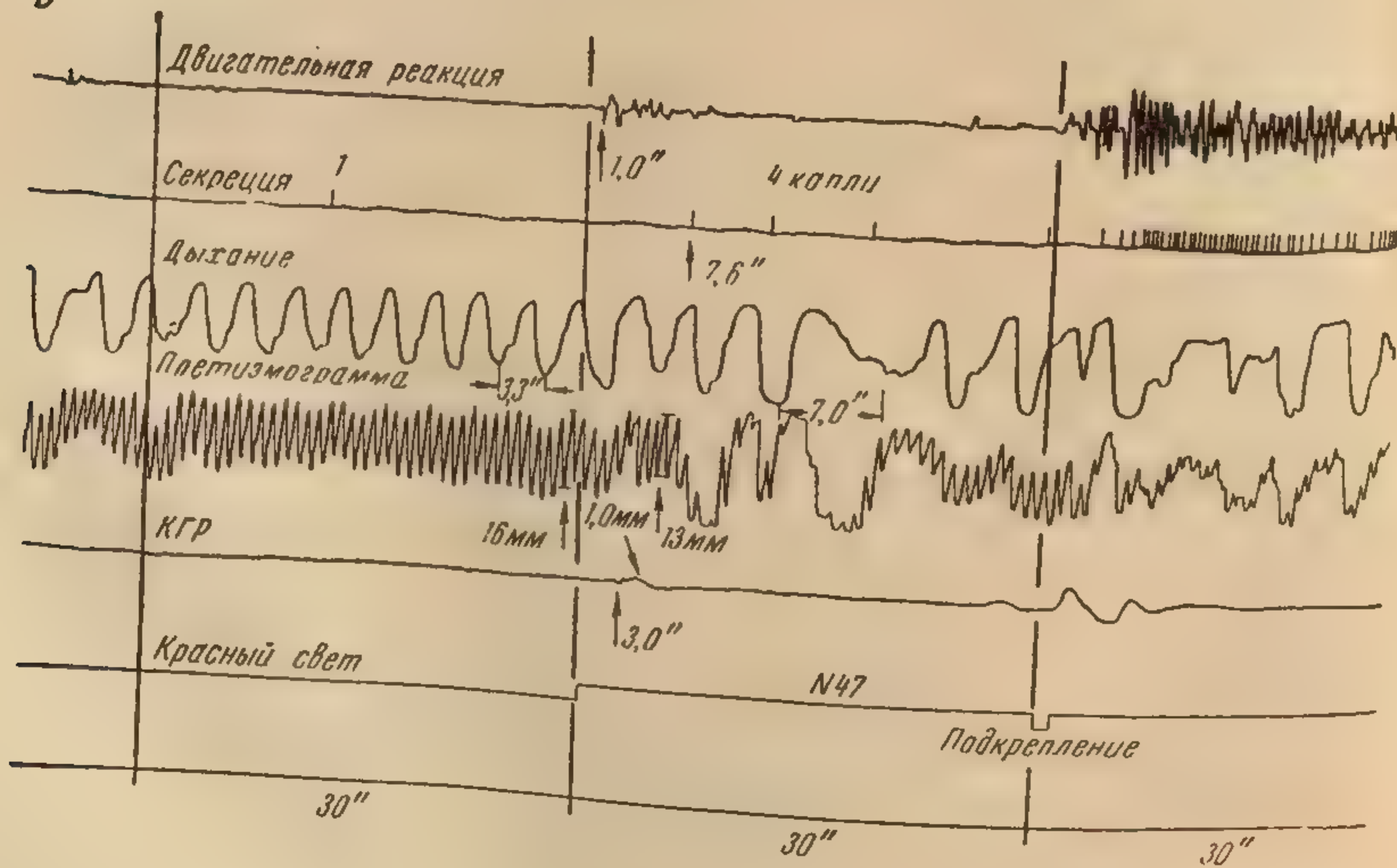
Рис. 24. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Ц. после умственной работы в классе (опыт 16, 11/V 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

В исследовании 21 наблюдалась уравнивающая тормозная фаза в коре больших полушарий. На сильный и слабый условные раздражители выделилось по 4 капли условной слюны. На кривых видно, что действие сильного условного раздражителя (рис. 25, А) сопровождается незначительной (2,5 мм) кожно-гальванической реакцией, которая становится еще слабее на безусловный раздражитель (клюква в сахаре). Дыхательные волны на плетизмограмме при действии условного раздражителя усиливаются, хотя ее амплитуда почти не меняется (15 и 12 мм); дыхательный компонент отсутствует (3,6 и 3,5 секунды), особенно если учесть лабильность дыхательной реакции у этого ребенка. Действие слабого раздражителя (рис. 25, Б) сопровождается ничтожной кожно-гальванической реакцией (1 мм), правда, на безусловные раздражения она несколько больше (порядка 3 мм), сосудистая реакция меняется слабо (16 и 13 мм), затем отмечается движение пальца, дыхательная

А



Б



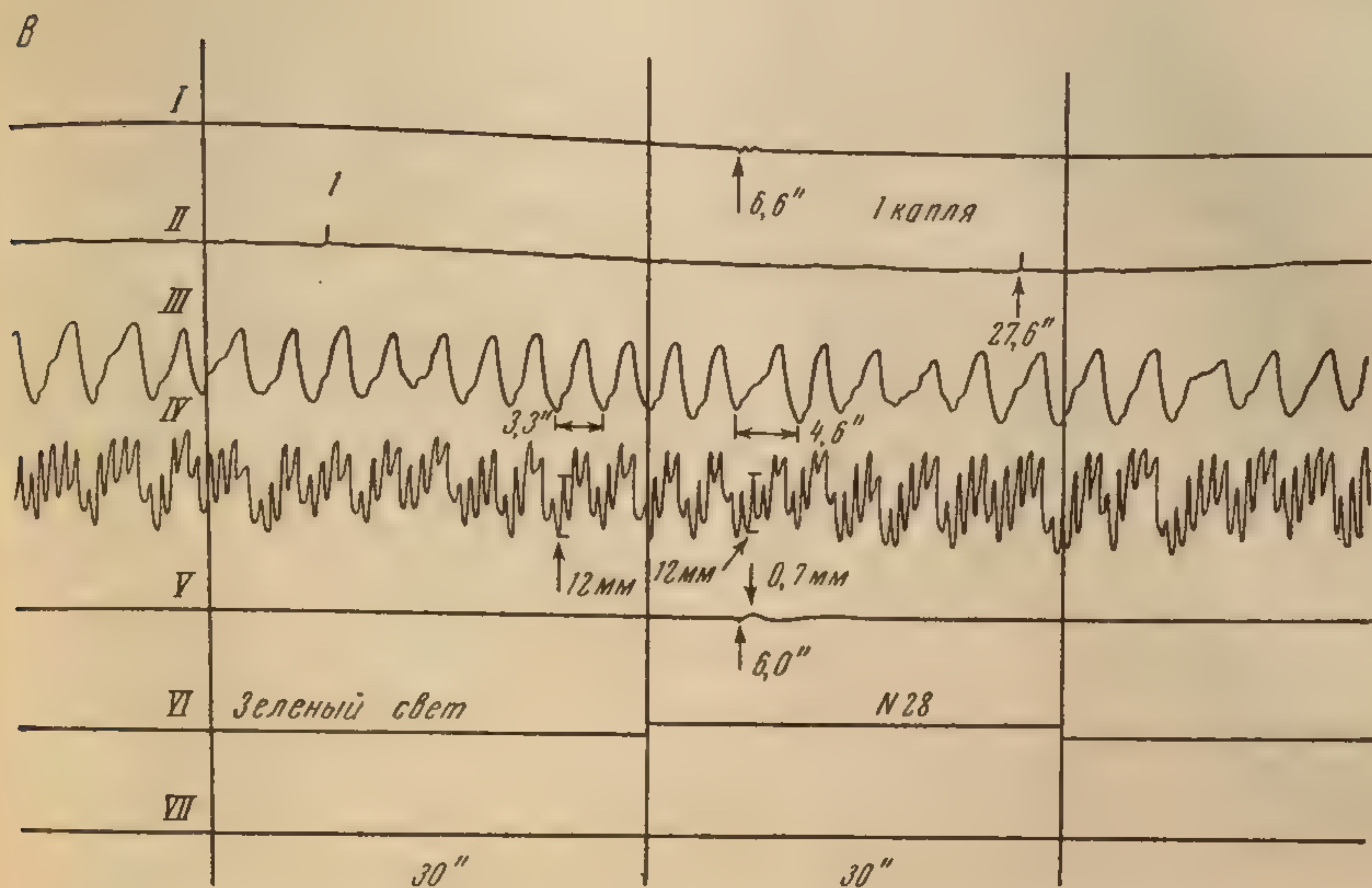
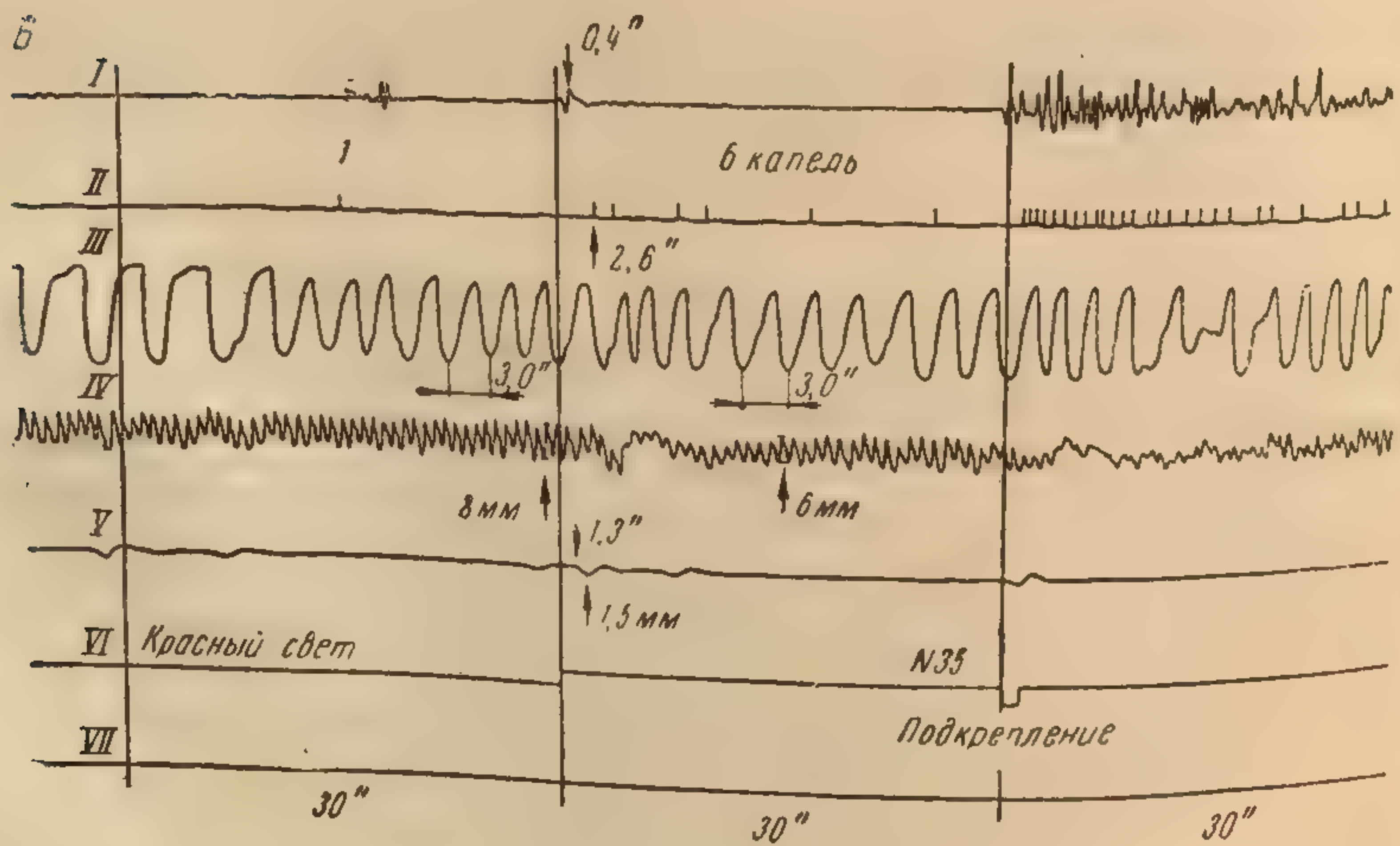
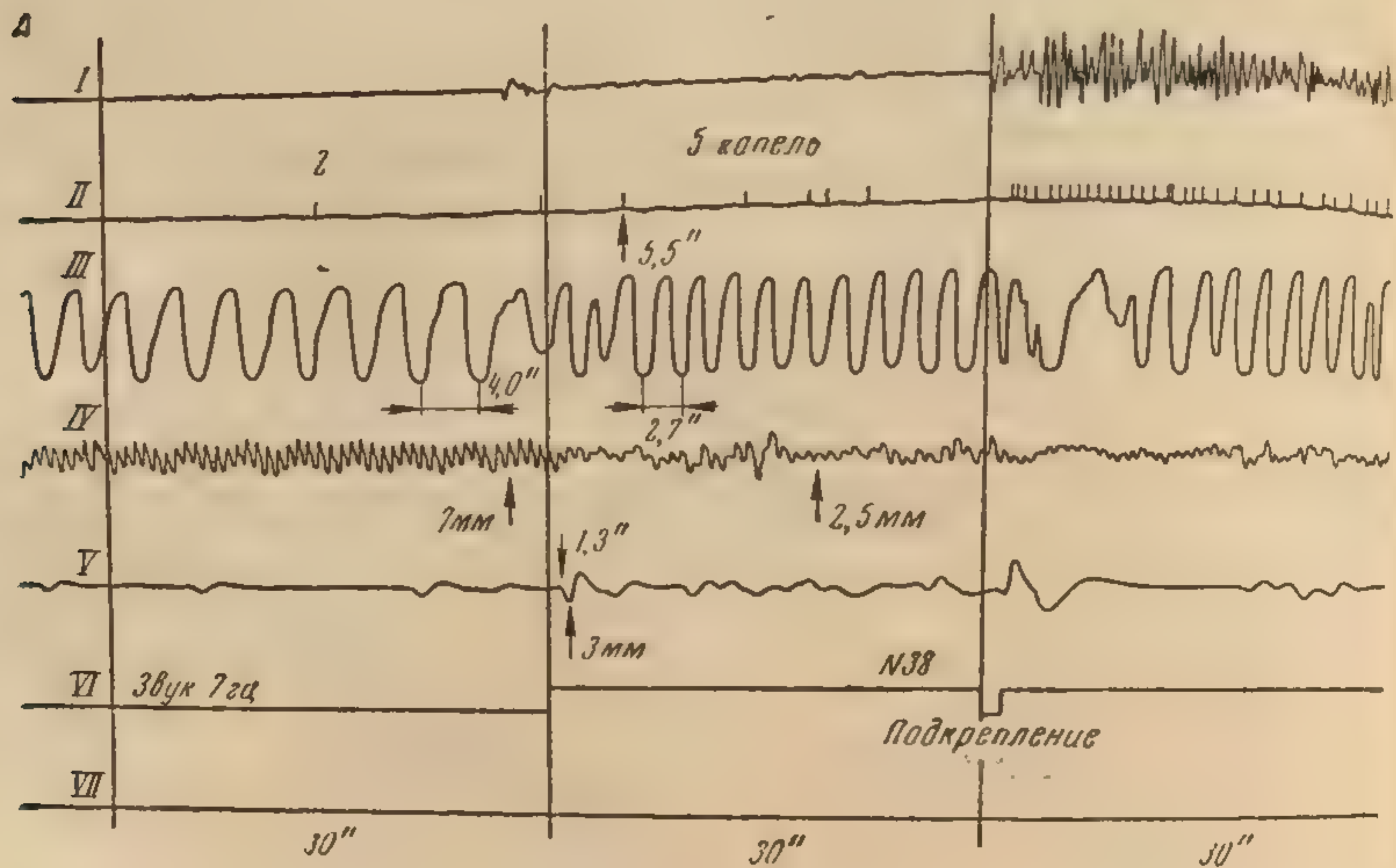


Рис. 25. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Ц. после умственной работы в классе (опыт 21, 21/XII 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

реакция — 15 секунд — не меняется, лишь затем наблюдается замедление дыхания. Действие дифференцировочного сигнала не сопровождается неспецифическими вегетативными компонентами (рис. 25, *B*) — дыхательным, сосудистым, кожно-гальваническим.

Таким образом, у Тани Ц. умственное утомление характеризуется тормозными фазами в коре больших полушарий, которые сопровождаются определенным торможением подкорковых образований. Последнее выражается полным или значительным торможением кожно-гальванического компонента условной и безусловной реакций, угнетением дыхательного, а в ряде случаев сосудистого компонента, а также сопровождается неустойчивостью сосудистой реакции («спонтанные» колебания плетизмограммы).

Теперь мы перейдем к рассмотрению результатов нервной деятельности мальчика, противоположного по своему поведению быстрой и



Гл. 26. Ком

говорливой Т
ника. Толя
рши его лю
си производ
Учителя и в
ного и дисц
ля он хоро
изел ни отц
В боль
радоксальн
мозга.
Привед
Из при
тичная то
н. и слаб
щем исслед

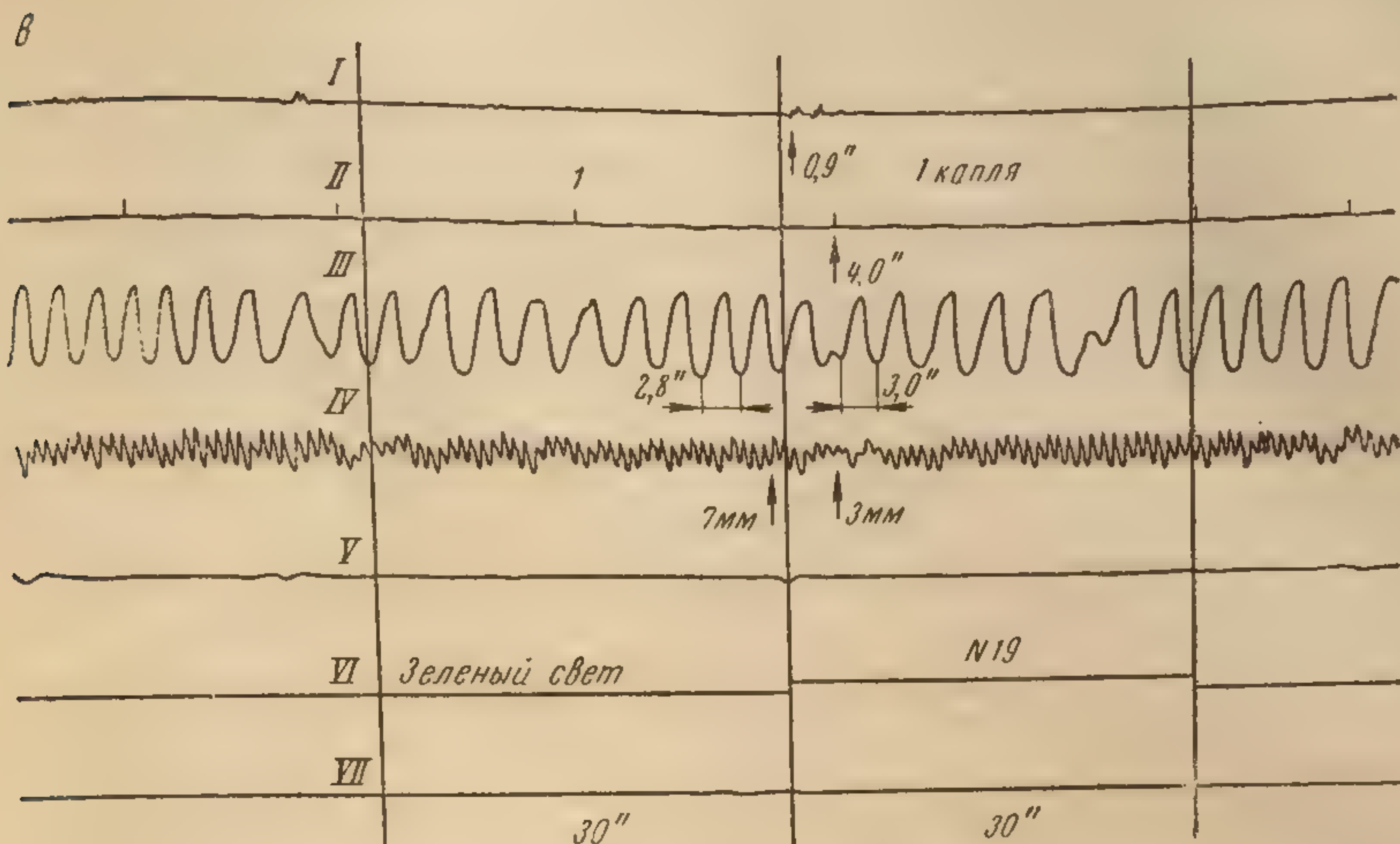


Рис. 26. Комплексное исследование высшей нервной деятельности Толи М., 12 лет, после умственной работы в классе (опыт 18, 15/V 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 6.

говорливой Тане Ц., которую характеризовали как возбудимого сангвиника. Толя М., 12 лет, отличался исключительным спокойствием, товарищи его любили и уважали. Физически небольшого роста, худенький, он производил впечатление слабенького, хотя был вполне здоровым. Учителя и воспитатели характеризовали его как весьма уравновешенного и дисциплинированного мальчика и называли флегматиком. Учился он хорошо. Поведение его отличалось медлительностью. Мальчик не имел ни отца, ни матери.

В большинстве исследований отмечались тормозные фазы (парадоксальные и уравнивательные) в больших полушариях головного мозга.

Приводим протоколы нескольких типичных исследований (табл. 12).

Из приведенной табл. 12 видно, что в исследовании 13 наблюдалась типичная тормозная уравнивательная фаза в коре головного мозга (сильный и слабый сигналы вызвали условный рефлекс 4 капли). В следующем исследовании 18 наблюдается парадоксальный характер реагиру-

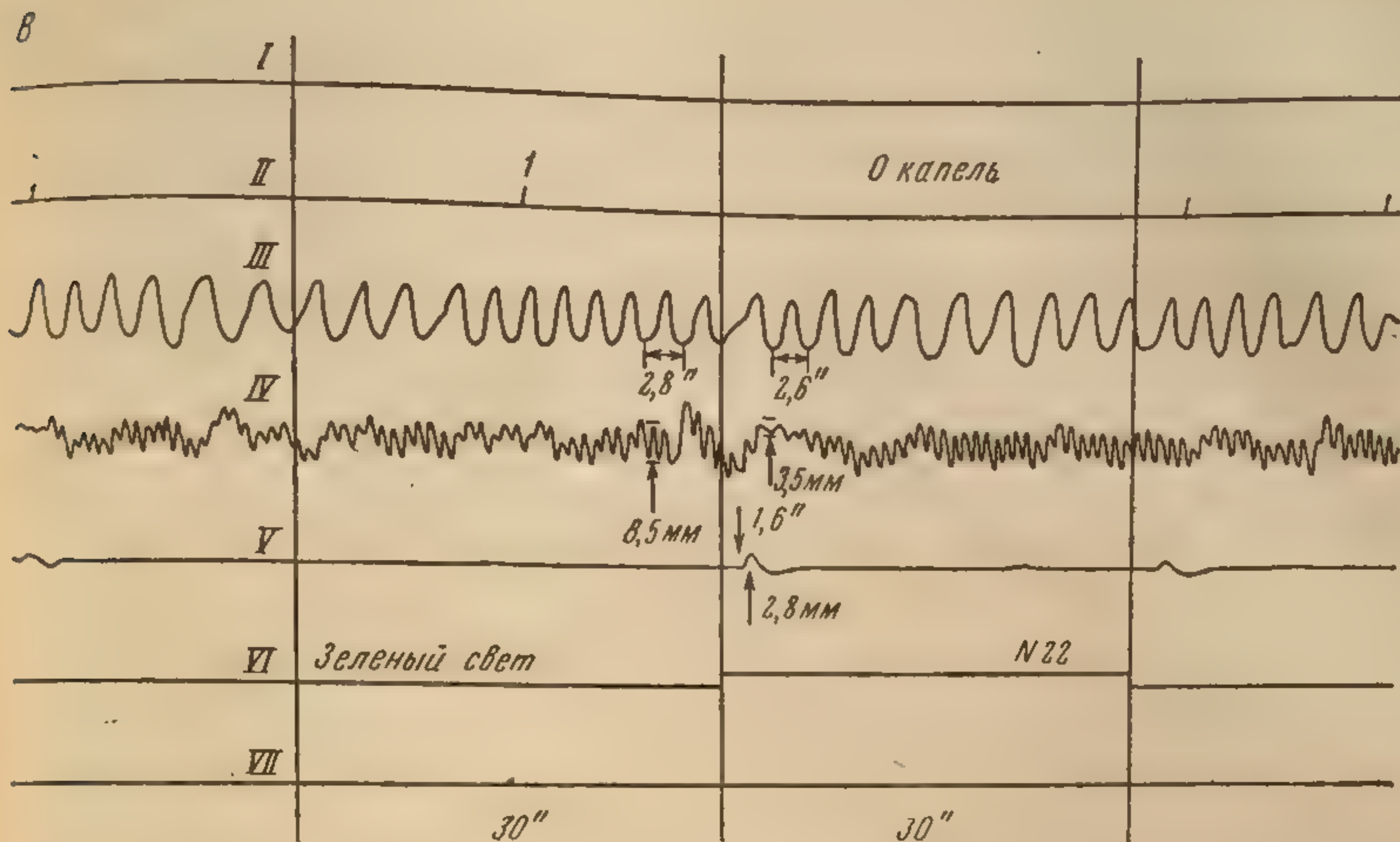
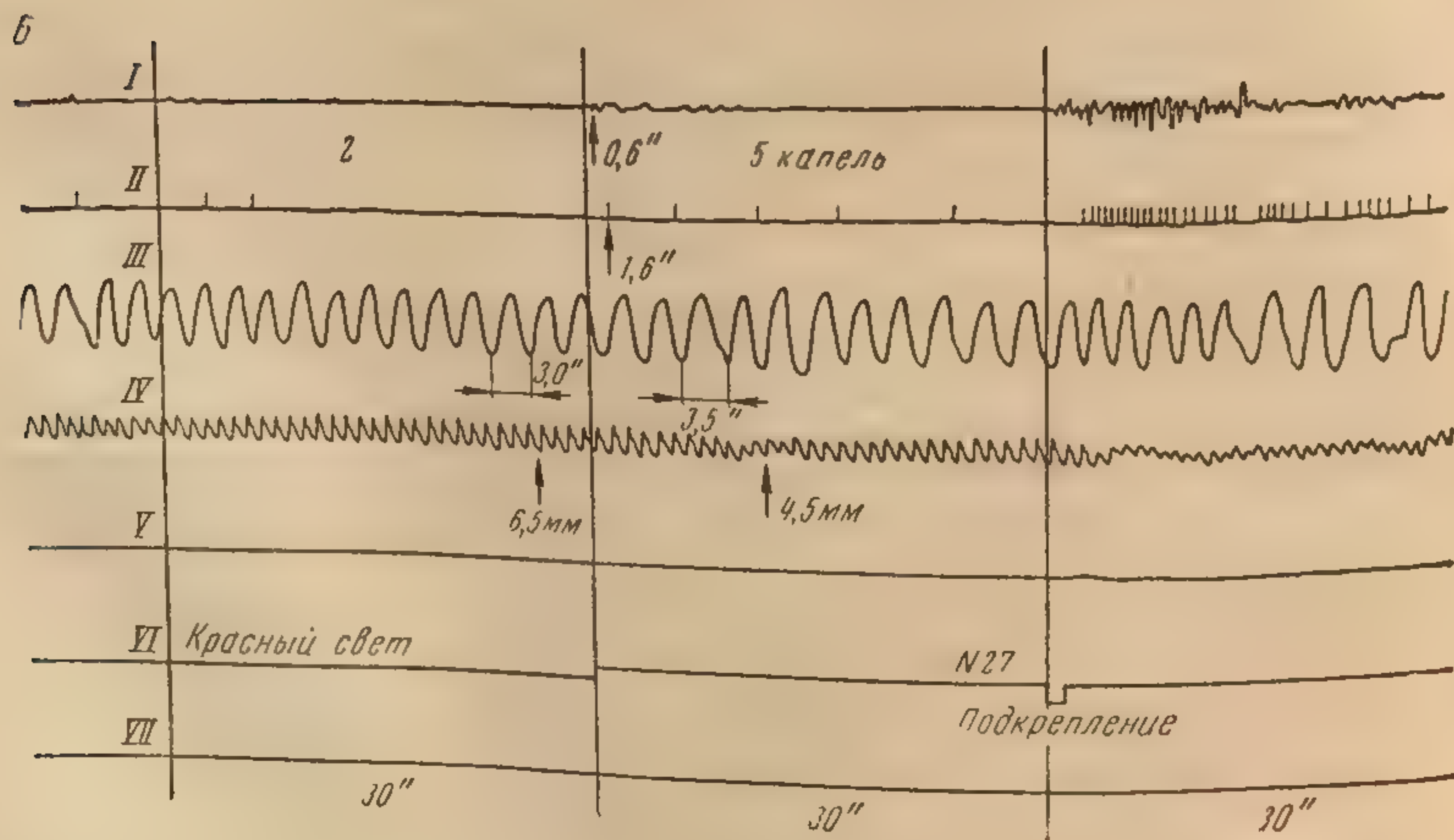
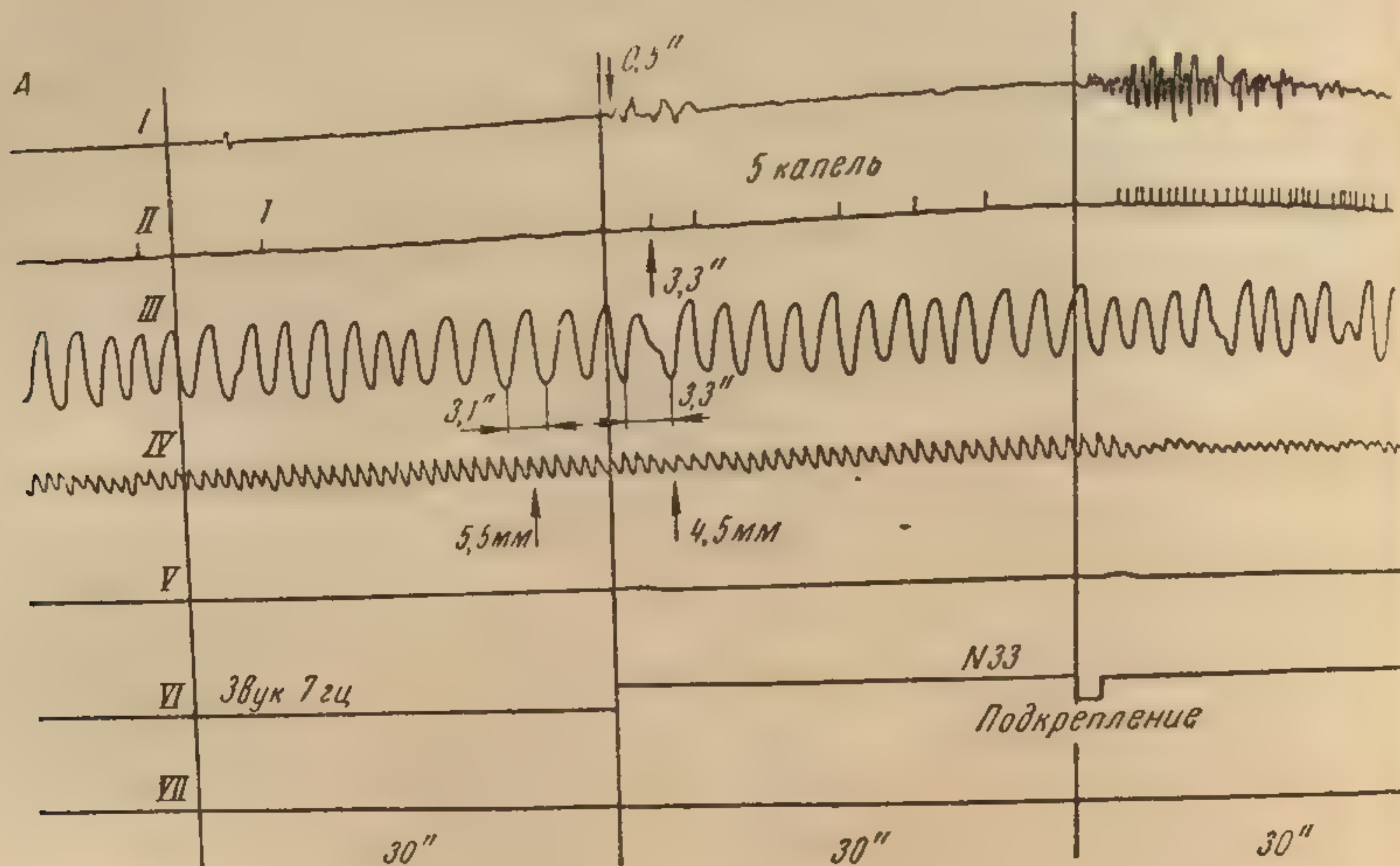


Рис. 27. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Толи М. после занятий в классе (опыт 20, 20/V 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

Протоколы исследований Толи М., 12 лет

Таблица 12

Время между раздражителями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 13, 17/IV 1961 г., начало 12 часов 58 минут												
4	27	Звук 7 герц	4	3,3	0,5	3,3	2,1	10	3,5	1,5	5	+
4	26	Красный свет	4	4,3	0,4			8	3,0	1,3	6	+
3 1/2	12	Зеленый »	1	14,0	Нет			7	2,5	1,6	7	0
Исследование 18, 15/V 1961 г., начало 13 часов 18 минут												
4	38	Звук 7 герц	5	5,5	Сп. р.	4,0	2,7	7	2,5	1,3	3,0	+
5	35	Красный свет	6	2,6	0,4	3,0	3,0	8	6,0	1,3	1,5	+
5 1/2	19	Зеленый »	1	4,0	0,9	2,8	3,0	7	3,0	Нет	Нет	0
Исследование 20, 20/V 1961 г., начало 13 часов 09 минут												
3	43	Звук 7 герц	4	4,6	0,3	2,8	2,3	8,0	2,5	Нет	Нет	+
3	44	То же	4	2,3	0,3	2,6	2,5	8,5	2,0	1,3	2,0	+
4	39	Красный свет	6	2,6	0,3	3,0	2,8	8,0	3,0	1,6	1,0	+
4	22	Зеленый »	0	Нет	Нет	2,8	2,6	8,5	3,5	1,6	2,8	0



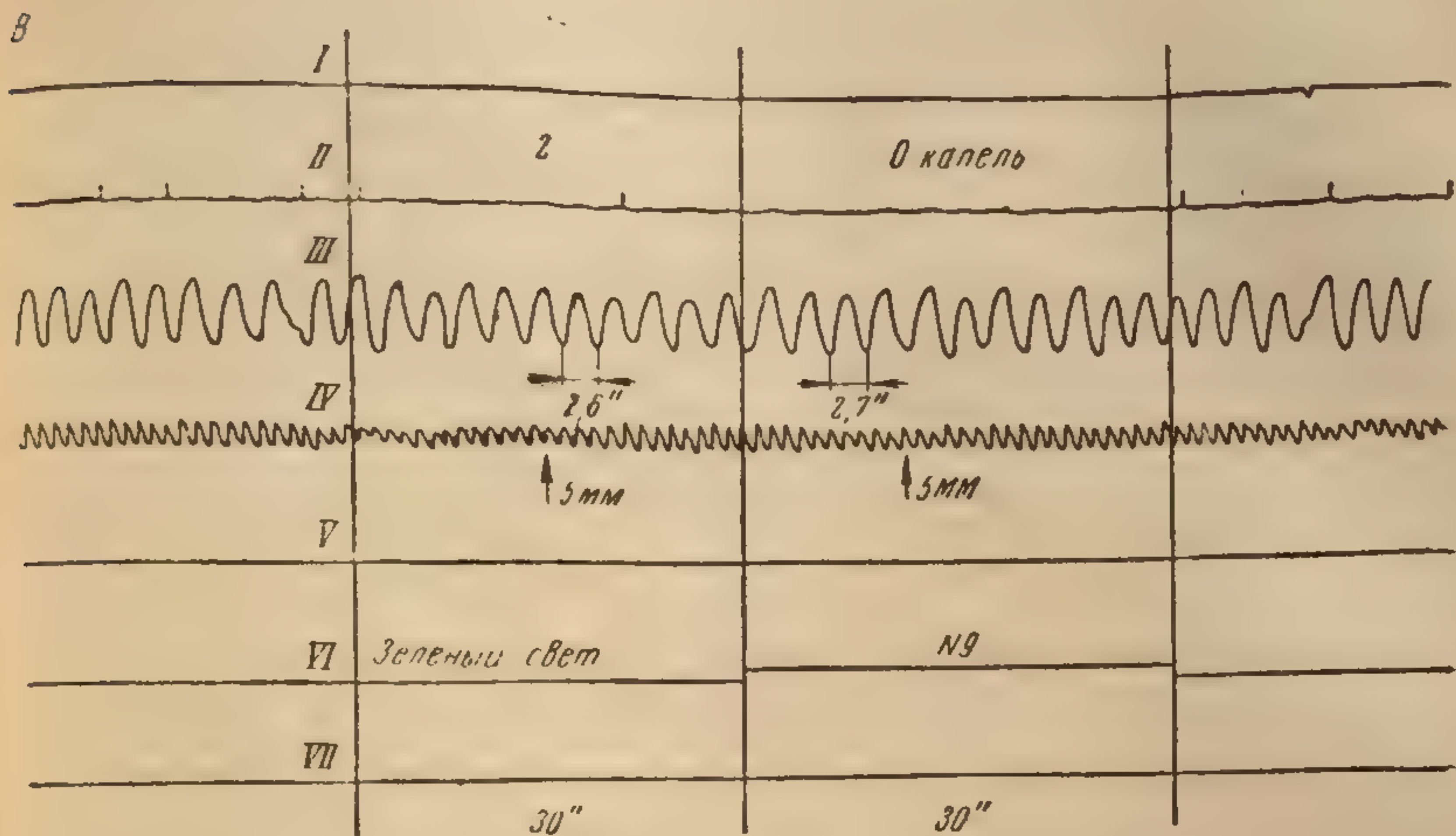


Рис. 28. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Славы Т., 14 лет, после умственной работы в классе (опыт 13, 18/X 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

вания: на звук выделилось 5 капель условной слюны, а на красный свет — 6 капель.

На кимограмме этого исследования (рис. 26, А) видно, что действие сильного условного раздражителя сопровождается дыхательным компонентом в виде некоторого учащения дыхания (4 и 2,7 секунды), которое на безусловное раздражение после короткого замедления становится еще чаще. Имеется и сосудистый компонент (7 и 2,5 мм). Кожно-гальванический же компонент незначительный (3 мм), почти такой же он имеется и на фоне в виде периодических колебаний потенциалов кожи. Однако слабый сигнал (рис. 26, Б) уже не сопровождается дыхательным компонентом (3 и 3 секунды), хотя можно отметить спонтанно некоторое учащение дыхания до предъявления условного раздражителя. По-видимому, имеется некоторое колебание возбудимости дыхательного центра. Сосудистый компонент незначительный (8 и 6 мм), кожно-гальванический — ничтожный (1,5 мм) на фоне такой же кожно-гальванической реакции. Следовательно, практически кожно-гальваническая реакция угнетена.

При действии дифференцировочного раздражения (рис. 26, В) все неспецифические компоненты угнетены (их величина не превышает спонтанных изменений этих реакций), величина условной секреции на дифференцировку — одна капля на таком же фоне, но вместе с тем наблюдается условная двигательная реакция с латентным периодом 0,9 секунды. Последнее обстоятельство указывает на диссоциацию тормозной реакции: внутреннее торможение сохранилось только в отношении секреторной реакции.

Парадоксальная тормозная фаза в коре больших полушарий наблюдается и в исследовании 20 (на звук выделилось 4 капли условной слюны, а на красный свет — 6 капель, дифференцировка абсолютная — 0 капель на фоне одной капли). В отличие от исследования 18 (рис. 26, А) при действии сильного условного раздражителя отсутствует кожно-гальваническая реакция, нет ее и на безусловное раздражение (рис. 27, А).

Дыхательный компонент практически не выражен ни на сильный (рис. 27, А), ни на слабый (рис. 27, Б) условный раздражители, ни на дифференцировку (рис. 27, В). Вместе с тем на все эти раздражители имеется сосудистый компонент, а сосудистая реакция имеет спонтанные колебания амплитуды плетизмограммы, что, по-видимому, отражает колебания возбудимости сосудистого центра. Кожно-гальванический

Т а б л и ц а 13

Протоколы исследований Славы Т., 14 лет

Время между раздражителями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 13, 18/X 1961 г., начало 14 часов 29 минут

4	32	Звук 7 герц	1	6,5	0,5	2,5	2,3	5,0	4,0	Нет	Нет	—
3	33	То же	5	3,3	0,5	3,1	3,3	5,5	4,5	»	»	+
4	27	Красный свет	5	1,6	0,6	3,0	3,5	6,5	4,5	»	»	+
2 1/2	9	Зеленый »	0	Нет	Нет	2,6	2,7	5,0	5,0	»	»	0

Исследование 18, 27/X 1961 г., начало 14 часов 50 минут

3	46	Звук 7 герц	4	3,1	0,6	3,0	3,1	5,5	4	Нет	Нет	+
4	35	Красный свет	4	4,3	0,6	3,3	4,3	7,0	6	»	»	+
2 1/2	14	Зеленый »	0	Нет	Нет	2,8	2,0	6,0	6	»	»	0

компонент ведет себя также парадоксально: он полностью отсутствует на сильный положительный раздражитель (условный и безусловный), ничтожно мал на слабый сигнал (1 мм) и незначительный на тормозной сигнал (2,8 мм).

Таким образом, парадоксальные фазы сопровождаются угнетением кожно-гальванической реакции, что связано с торможением ретикулярной формации среднего мозга разной степени интенсивности. Различна и интенсивность угнетения сосудистого и дыхательного центров в разных опытах: в опыте 18 сосудистый центр меньше реагирует на сигнальные пищевые раздражители, чем в опыте 20, в отношении же дыхательного центра имеется обратная картина.

Особый интерес представляют исследования Славы Т., 14 лет. Это быстрый, энергичный, озорной мальчик. Очень увлекается спортом (футбол), а также радиотехникой. Он самый активный участник радиокружка, которым руководит инженер нашей лаборатории. Физически развит очень хорошо. Учителя и воспитатели отмечают сравнительно легкую его возбудимость, относя его по характеру к возбудимому сангвинику. При этом вначале мальчик был менее уравновешен, а затем поведение его стало уравновешенным. Учится хорошо, пользуется любовью товарищей.

Приводим протоколы двух типичных опытов (табл. 13).

Из табл. 13 видно, что как в исследовании 13, так и 18 в больших полушариях имеется уравнительная тормозная фаза. В исследовании 13 на сильный и слабый положительные сигналы выделилось по 5 капель условной слюны, дифференцировка была абсолютной. На кимограммах (рис. 28, А—В) видно угнетение всех неспецифических вегетативных компонентов на все сигнальные раздражители: кожно-гальванического (условного и безусловного), сосудистого и дыхательного. Этот опыт показывает торможение всех вегетативных центров, участвующих в неспецифических сосудистой, дыхательной и кожно-гальванической реакциях.

В исследовании 18 также имеется уравнительная тормозная фаза в коре: на сильный и слабый раздражители выделилось по 4 капли на фоне 2 капель.

Эта уравнительная фаза в коре сопровождается полным угнетением кожно-гальванической реакции на звук (рис. 29, А), на красный (рис. 29, Б) и зеленый (рис. 29, В) свет. На тот же звук 7 герц почти до конца его изолированного действия нет заметного (3 и 3,1 секунды) дыхательного компонента, сосудистый компонент ничтожный (5,5 и 4 мм) и четко выражен лишь на безусловный раздражитель. На красный свет сосудистого компонента фактически нет (7 и 6 мм) и он виден лишь на безусловный раздражитель, спустя 15 секунд было очень кратковременное замедление дыхания. На зеленый свет также нет дыхательного (2,8 и 2,8 секунды) и сосудистого (6 и 6 мм) компонентов.

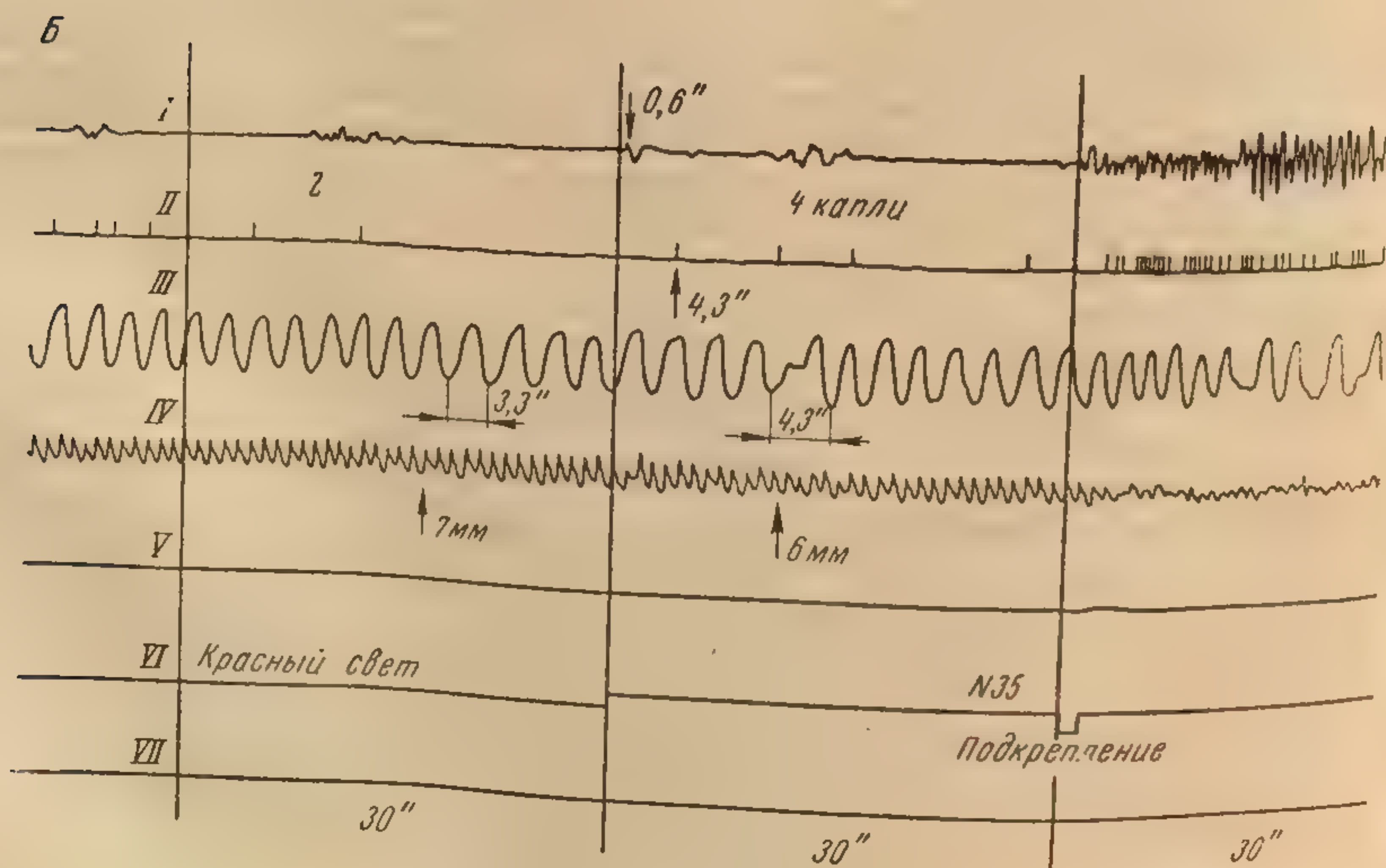
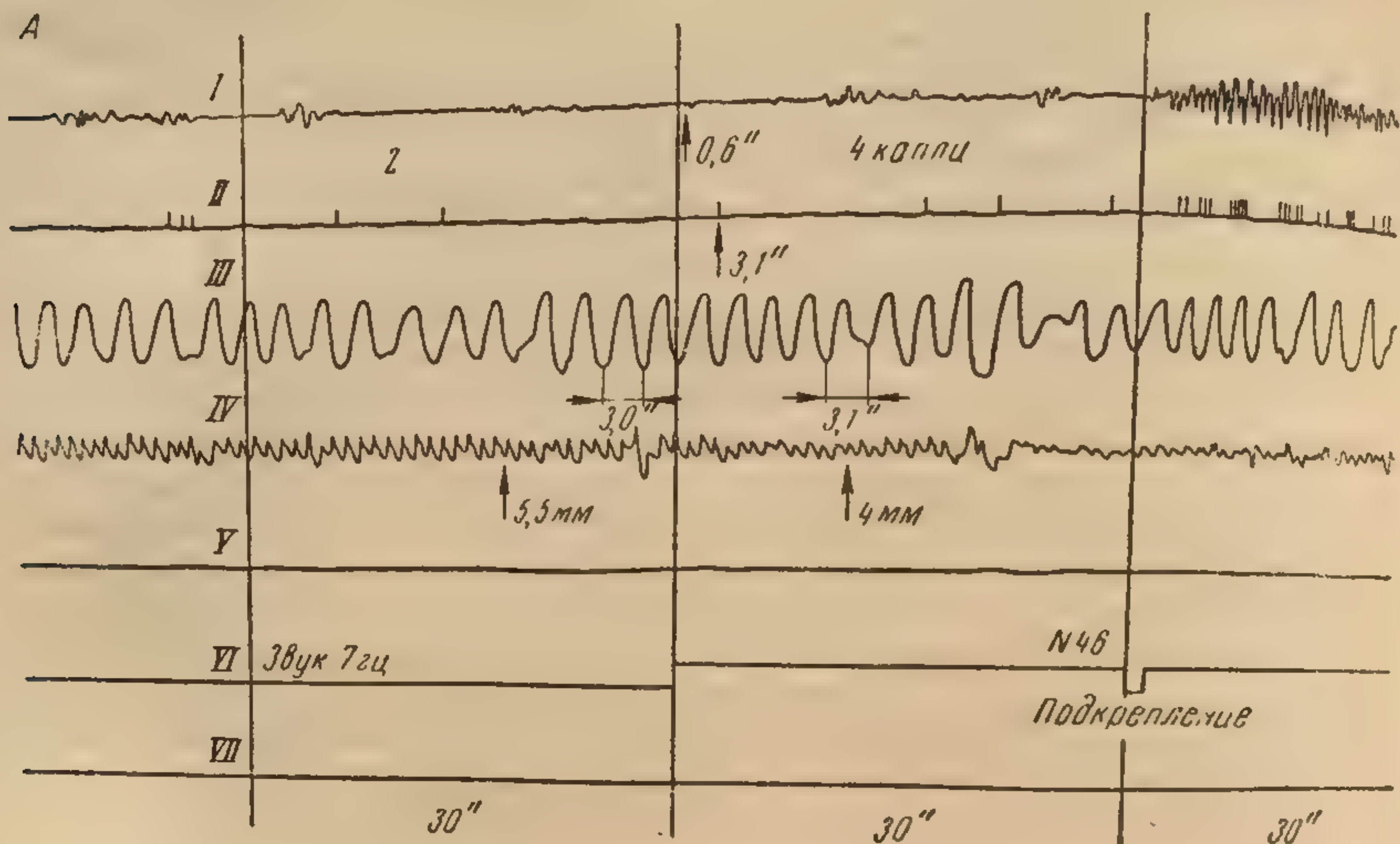


Рис 29.

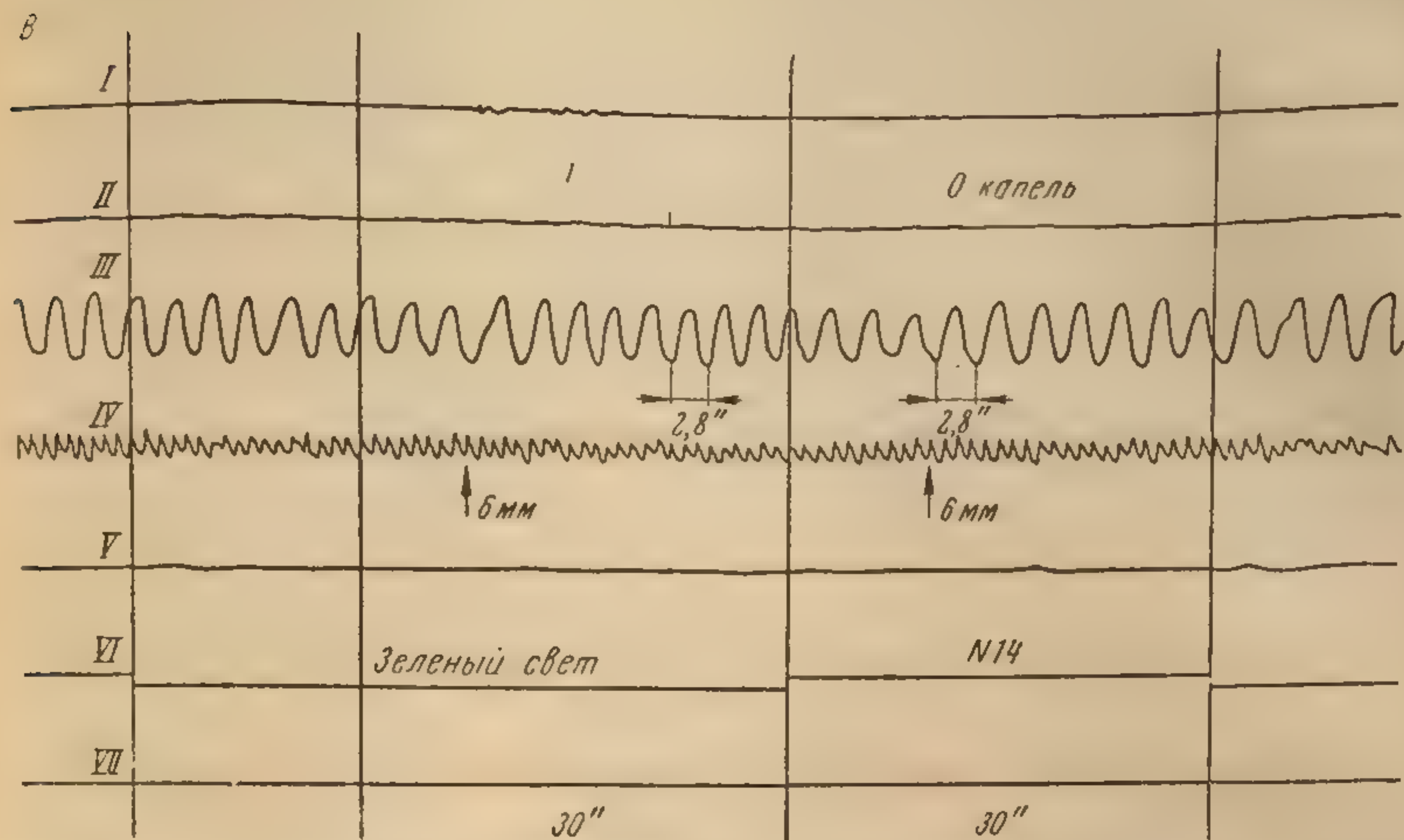


Рис. 29. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Славы Т. после занятий в классе (опыт 20, 27/X 1961 г.)
Обозначения те же, что на рис. 6.

Исследования Славы Т. показали равномерное угнетение всех регистрируемых неспецифических вегетативных реакций, что в первую очередь говорит об угнетении восходящей активирующей системы ретикулярной формации ребенка.

Наконец, чтобы закончить рассмотрение результатов изучения корково-подкорковых взаимоотношений при умственном утомлении, покажем типичное исследование Наташи М., 13 лет. Это уравновешенная, спокойная девочка. Она, пожалуй, немного обидчива и легко возбудима. Учителя отмечают хорошую ее учебную успеваемость и дисциплинированность. Сама она говорит о своем интересе к спорту, особенно много занимается и увлекается игрой в баскетбол.

Приводим протоколы двух типичных исследований Наташи М. (табл. 14).

Из табл. 14 видно, что в коре головного мозга по показателю силовых отношений условных секреторных рефлексов имеются парадоксаль-

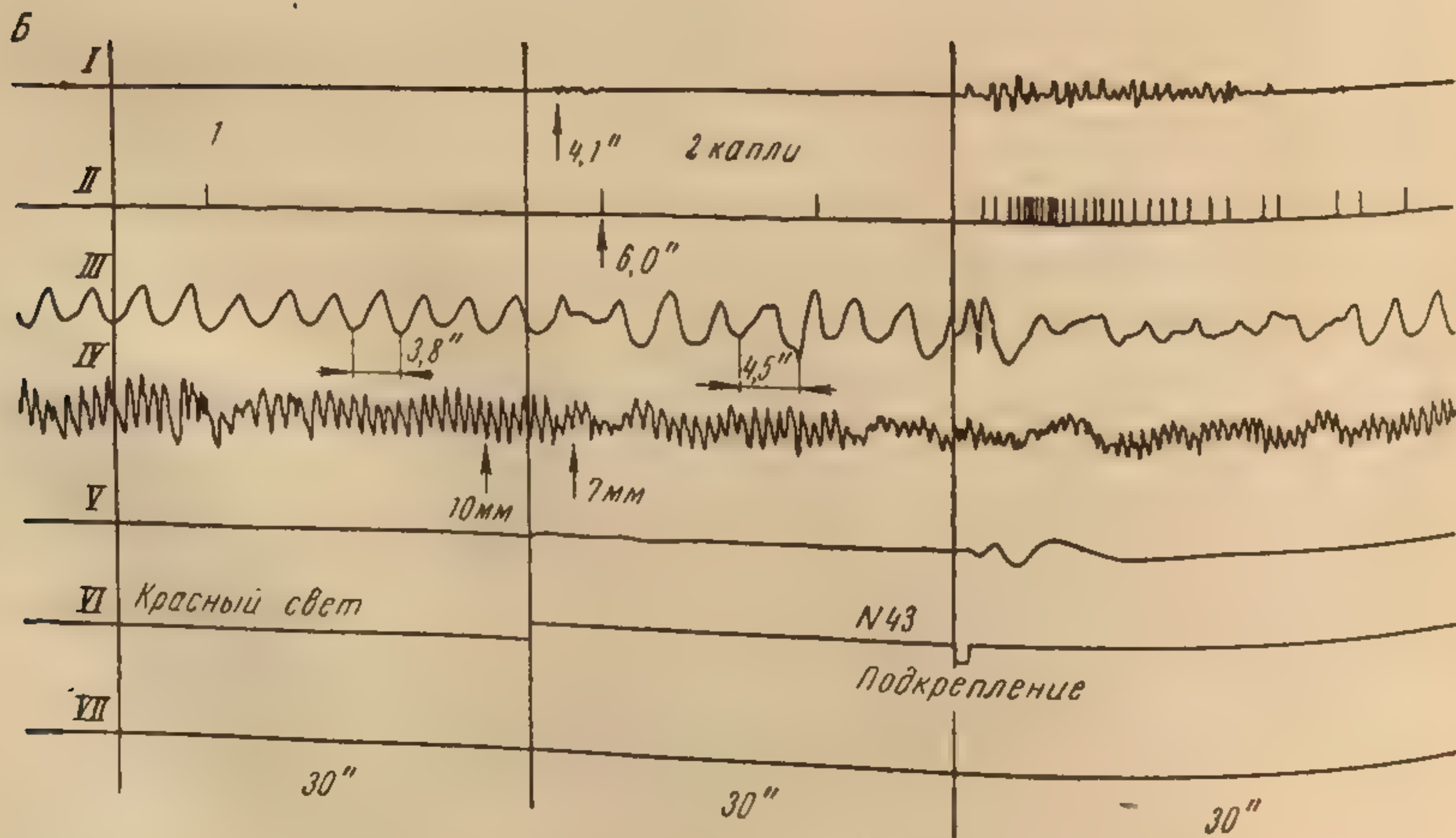
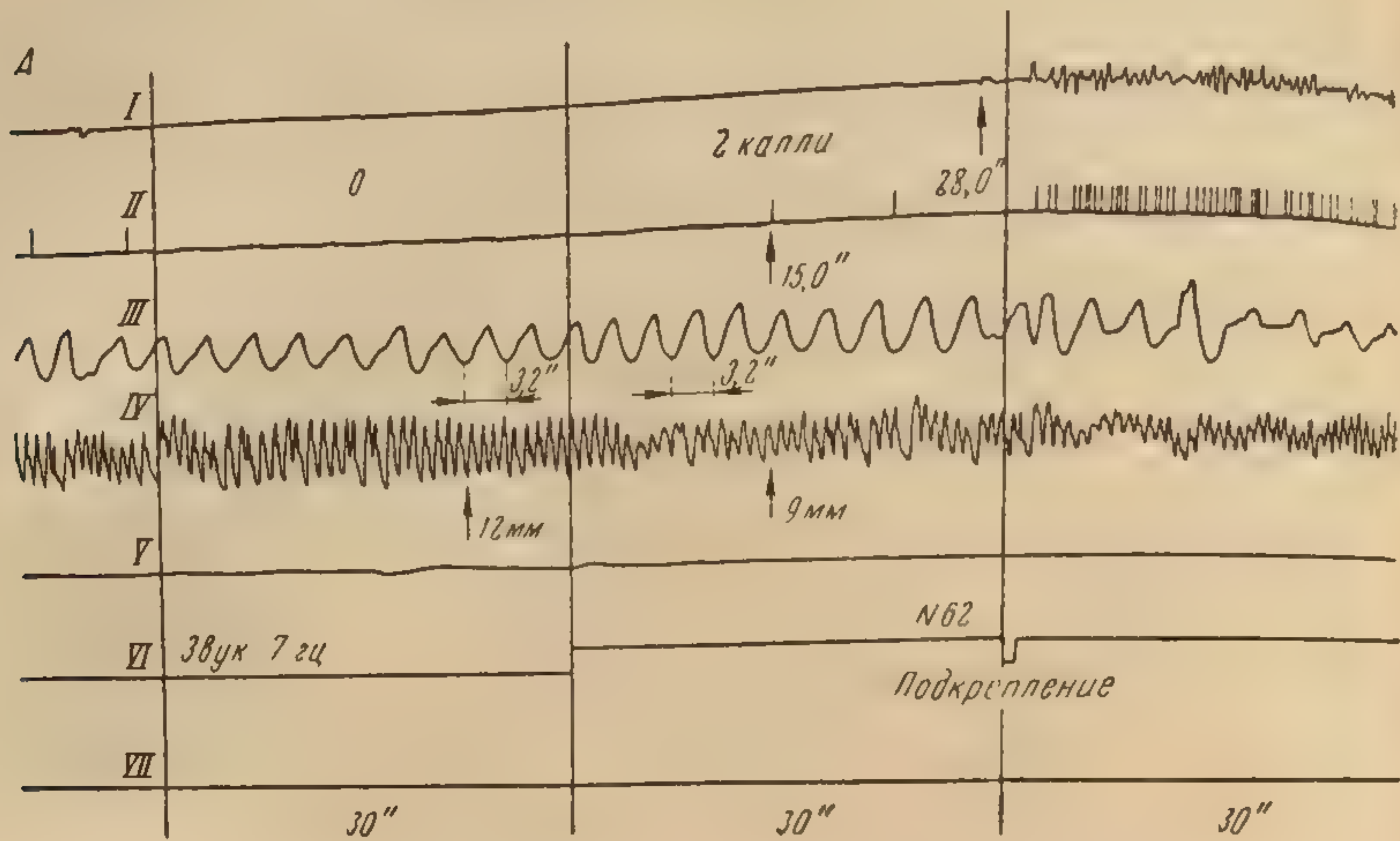


Рис. 30 Комп.

Раз-
дра-
жи-
тель-
ность

54
33
17

62
43
21

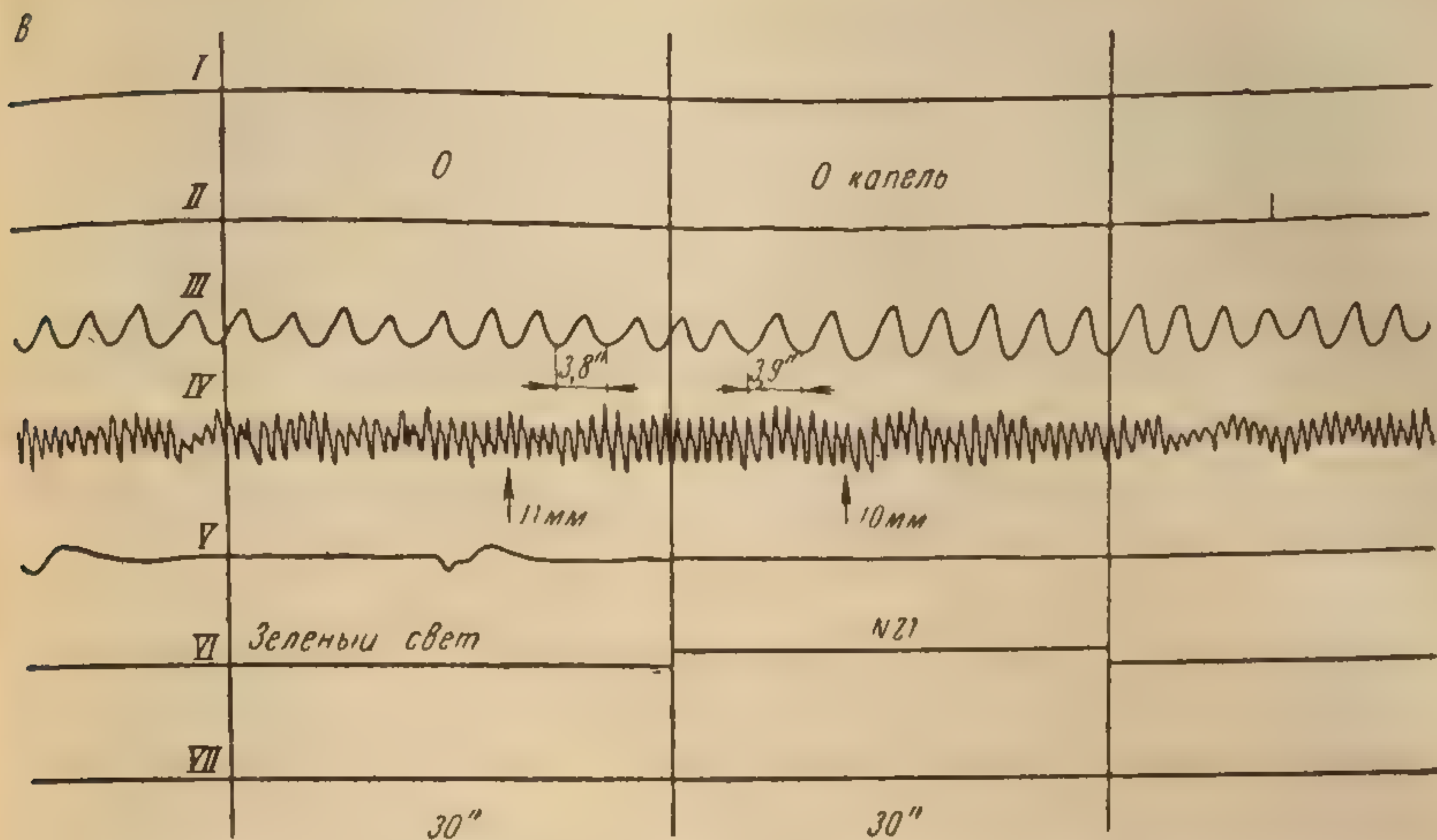


Рис. 30. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Наташи М., 13 лет, после умственной работы в классе (опыт 22, 19/IV 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 6.

Таблица 14

Протоколы исследований Наташи М., 13 лет

Время между раздражителями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 18, 12/V 1960 г., начало 11 часов 16 минут

3 1/2	54	Звук 7 герц	4	6,1	6,0	3,0	4,6	10,0	6,0	1,0	1,0	+
3	33	Красный свет	5	7,0	10,0	3,7	3,8	11,0	6,0	Нет	Нет	+
4	17	Зеленый »	1	11,0	Нет	3,3	3,3	9,5	3,5	2,1	0,5	0

Исследование 22, 19/IV 1960 г., начало 13 часов 03 минуты

4	62	Звук 7 герц	2	15,0	28,0	3,2	3,2	12	8	Нет	Нет	+
4	43	Красный свет	2	6,0	4,1	3,8	4,5	10	7	»	»	+
4	21	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,8	3,9	11	10	»	»	0

ная (исследование 18) и уравнительная (исследование 22) тормозные фазы.

Рассматривая кимограммы опыта с уравнительной фазой, мы видим, что действие сильного условного раздражителя (рис. 30, А) вызывает слабый секреторный рефлекс: 2 капли при скрытом периоде секреции 15 секунд, а двигательного — 28 секунд. Дыхательный компонент при этом полностью отсутствует (3,2 и 3,2 секунды), сосудистый компонент незначительный (12 и 9 мм), кожно-гальванический компонент полностью отсутствует. При предъявлении слабого условного раздражителя (рис. 30, Б) выделилось также 2 капли условной слюны, но уже скрытый период условных реакций меньше: двигательного — 4,1 секунды, секреторного — 6 секунд. Дыхательный компонент уже несколько выражен (3,8 и 4,5 секунды). То же следует сказать и о сосудистом компоненте (10 и 7 мм). Кожно-гальваническая реакция отсутствует.

Однако при действии безусловного пищевого раздражителя имеются четко выраженные компоненты всех трех вегетативных неспецифических реакций. Другими словами: вегетативные компоненты на силу условного раздражителя реагируют парадоксально, на сильные меньше, чем на слабые. При 21-м предъявлении дифференцировочного сигнала (зеленый свет) торможение было абсолютным: 0 капель на таком же фоне (рис. 30, В). Все вегетативные компоненты отсутствовали. Последнее обстоятельство указывало на отсутствие диссоциации в деятельности коры и подкорковых образований.

Заключение

Изучение корково-подкорковых взаимоотношений (комплексным исследованием условнорефлекторной деятельности и ее вегетативных компонентов) при умственном утомлении детей установило следующее: динамический стереотип у всех детей, вырабатываемый в этих условиях с большим трудом и характеризующийся относительно низкой величиной условных рефлексов и неправильными их силовыми отношениями (как это видно и из предыдущей главы), одновременно сопровождается нарушениями нормальных корково-подкорковых взаимоотношений. Прежде всего эти отношения становятся неустойчивыми, проявления отдельных неспецифических подкорковых компонентов все время меняются. Общая тенденция, сопровождающая развитие тормозных фазовых состояний в коре больших полушарий, заключается в угнетении проявления неспецифических вегетативных компонентов условных, а в ряде случаев и безусловных рефлексов.

При этом абсолютной и общей тенденцией было или полное торможение или значительное угнетение неспецифического кожно-гальвани-

ческого компонента условной и безусловной пищевой реакции. Учитывая тесную связь кожно-гальванической реакции с активирующим влиянием ретикулярной формации (Е. Н. Соколов, 1959), указанную тенденцию угнетения кожно-гальванической реакции при умственном утомлении можно рассматривать как торможение активирующего отдела ретикулярной формации. Как мы увидим в последующем, это торможение ретикулярной формации, так же как и тормозные фазовые явления в коре больших полушарий, легко устраняются.

Рассматривая вопрос о торможении неспецифической кожно-гальванической реакции, нужно подчеркнуть, что тут встречаются разные варианты этого явления. У одних детей происходит абсолютное торможение кожно-гальванической реакции на все условные и безусловные раздражения. У других — тормозится кожно-гальваническая реакция только на условные, а безусловные проявляются, хотя и недостаточно. Наконец, встречаются наблюдения, когда кожно-гальваническая реакция на условные раздражители проявляется, но незначительно, ее амплитуда значительно меньше, чем при оптимальной возбудимости. При этом на сильный раздражитель (звук) кожно-гальваническая реакция выражена лучше, а на слабый (красный свет) — хуже. Но имело место и парадоксальное реагирование, когда на сильный раздражитель кожно-гальваническая реакция отсутствовала, а на слабый — имелась, хотя и была плохо выражена (например, Таня Ц., 14 лет). На тормозной же сигнал кожно-гальваническая реакция была выражена умеренно (например, Толя М., 12 лет). Отмечалась также известная неустойчивость этих реакций у одного и того же ребенка в разных опытах: в одних исследованиях было полное угнетение кожно-гальванической реакции на все условные и безусловные раздражители (например, Рита Г. в исследованиях 16 и 17), в других — кожно-гальваническая реакция проявлялась, хотя и слабо (например, Рита Г. в исследованиях 11 и 18).

Все это свидетельствует о том, что активирующая функция ретикулярной формации, выявляемая по показателю кожно-гальванической реакции, тормозится, но интенсивность и экстенсивность торможения в различных случаях имеют различную характеристику.

Сосудистый неспецифический компонент условной реакции, отражающий, по-видимому, активацию со стороны ретикулярной формации сосудистого подкоркового центра, находящегося с ретикулярной формацией, как мы указывали, в тесной связи, также угнетался, но это угнетение проявлялось не так четко, как угнетение кожно-гальванической реакции. Если у одних детей торможение сосудистого компонента пищевых реакций было абсолютным (например, Слава Т., 14 лет), то у других (например, Шура Л., 13 лет) сосудистая реакция была неустойчивой, т. е. имели место «спонтанные» колебания тонуса сосудов, и оценка неспецифического сосудистого компонента была затруднительной.

Можно было наблюдать, когда в одном опыте сосудистый компонент практически отсутствовал, а в других опытах он появлялся (например, Рита Г. в исследованиях 16 и 11). Его выраженность могла зависеть от силы раздражителя (Толя М. в исследовании 18), но могла и не зависеть от него (тот же Толя М. в исследовании 20, Наташа М. в исследовании 22). Вместе с тем следует подчеркнуть, что при оптимальной возбудимости коры сосудистый компонент становится четким у всех детей, как мы увидим в дальнейшем. Итак, сосудистый центр сам по себе связан с жизненной функцией организма и полное угнетение его реакции на различные сигнальные раздражения вызвать труднее, его реактивность характеризуется лабильностью, тем не менее можно говорить о тенденции угнетения неспецифического сосудистого компонента пищевых реакций.

Дыхательный компонент, определяемый активацией дыхательного центра ретикулярной формацией, с которой он тесно связан, также имел общую тенденцию к торможению (Шура Л., в исследовании 13, Слава Т. в исследовании 13, Таня Ц. в исследовании 16). Однако в некоторых исследованиях он был четко выражен, при этом усиливались дыхательные движения (Рита Г. в исследовании 16), в других — слабо (у той же Риты Г. в исследовании 11, у Толи М. в исследовании 20). Обычно при действии сигнального раздражителя наблюдалось некоторое замедление дыхания, но в некоторых опытах оно учащалось. У абсолютного большинства детей дыхательный компонент угнетался, иногда это угнетение было абсолютным и имело место и на безусловный раздражитель.

Таким образом, рассмотренные опыты показывают, что при умственном утомлении детей с разными возрастными и типологическими особенностями высшей нервной деятельности развивается общая реакция угнетения подкорковых образований.

Можно было предполагать, что особую роль в этой общей реакции играло торможение активирующей системы ретикулярной формации головного мозга. Однако для подтверждения этого требовался дальнейший анализ корково-подкорковых взаимоотношений, необходимы были новые методы и новые подходы. Дальнейший анализ проблемы умственного утомления и попытку выяснения физиологической природы этого процесса читатель найдет в следующих главах книги.

Совр
спирить к
ния, возн
рздки. И
епосредс
лиянием
о измене
ответствен
Мы н
ициалог
И. С. Рое
Основны
публико
Рассм
скую ак
Еще
нимание
я в кор
Ю. П. Ка
то эти ре
того мозг
ение ли
1890; Пра
Болы
нчных р

Глава V

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ УМСТВЕННОМ УТОМЛЕНИИ ДЕТЕЙ

Усвоение ритма световых раздражений

Современные достижения физиологической науки позволяют расширить комплекс применяемых методик и глубже проникнуть в изменения, возникающие в головном мозгу ребенка под влиянием учебной нагрузки. Изучение электрической активности мозга человека позволяет непосредственно наблюдать изменения электрических потенциалов под влиянием различных условий. К сожалению, до сих пор непосредственно изменения электрических потенциалов головного мозга для изучения умственного утомления у детей никто не использовал.

Мы не будем начинать с рассмотрения взглядов на природу биопотенциалов. Сводки по этому вопросу представлены в монографии И. С. Робинер (1961), а также в материалах Киевского симпозиума «Основные вопросы электрофизиологии центральной нервной системы», опубликованных в 1962 г.

Рассмотрим кратко влияние афферентных раздражений на электрическую активность мозга.

Еще Кэтон (Caton, 1875) и В. Я. Данилевский (1876) обратили внимание на то, что в ответ на световое, звуковое и болевое раздражения в коре головного мозга возникают биоэлектрические реакции. Позже Ю. П. Кауфман (1912) и В. В. Правдич-Неминский (1913) показали, что эти реакции отражают возбуждение нервных элементов коры головного мозга. При этом изменение биотоков возникает на внешнее раздражение лишь в определенных частях коры (Данилевский, 1876; Бекк, 1890; Правдич-Неминский, 1913).

Большим количеством исследований было показано, что при одиночных раздражениях любого рецептора или чувствительного нерва в

электрической активности коры появляются соответствующие реактивные изменения, которые обычно делят на две группы: локальные и генерализованные реакции. К первым относится первичный ответ коры. Этот ответ регистрируется локально в проекционной области коры, соответствующей раздражаемому анализатору. Первичный ответ состоит из быстрого поверхностно-положительного колебания, за которым следует одно (отрицательная фаза) или несколько колебаний с более низкой амплитудой (Bishop и O'Leary, 1936; Bartley, O'Leary, Bishop, 1937; Laue, Monnier, 1954; Brazier, 1954; Кратин, 1955). Амплитуда первичного ответа у человека в среднем равна 20 микровольтам. Его отличительной особенностью является короткий латентный период: от 6 до 20 миллисекунд, в среднем 10—12 миллисекунд.

Характер первичного ответа изменяется с изменением функционального состояния мозговых клеток. При глубоком барбитуровом наркозе исчезает отрицательная фаза и первичный ответ состоит только из начального колебания. При наложении стрихнина резко усиливается отрицательная фаза. На природу положительной фазы первичного ответа имеются две точки зрения. Согласно одной из них (Bishop, 1933, 1949; Derbyshire et al., 1936; Marschall et al., 1941; Adrian, 1941; Ливанов, 1944, и др.), начальная фаза отражает приход в кору афферентных импульсов. Авторы, придерживающиеся другой точки зрения (Renshaw et al., 1940; Bremer, 1943; Артемьев, 1951; Eccles, 1951; Ройтбак, 1955), считают, что начальная положительная фаза отражает возбуждение ганглиозных клеток III—IV слоя коры в результате приходящих к ним афферентных импульсов.

К генерализованным реакциям коры мозга относится вторичный ответ. В отличие от первичного ответа он регистрируется во всех областях коры и характеризуется большим латентным периодом — от 30 до 90—100 миллисекунд и более. В зависимости от функционального состояния головного мозга вторичный ответ проявляется в форме подавления фоновой ритмики с появлением медленных колебаний различной частоты и амплитуды.

Название «вторичный ответ» было предложено Форбсом и Морисоном (Forbes и Morison, 1939), которые первую волну первичной реакции называли первичным ответом, а следующие за ней волны — вторичной реакцией или вторичным ответом.

Последующие исследования (Renshaw et al., 1940; Curtis, 1940; Morison, Dempsey, 1942; Morison, Basset, 1945; Bremer, 1943; Adrian, 1951) подтвердили наличие вторичной реакции мозга у наркотизированного животного. Эклс (Eccles, 1951) на основании того, что вторичный ответ усиливается локальным приложением к коре стрихнина и других судорожных веществ, считает его связанным с корковыми нейронами. Однако большинство исследователей (Bremer, 1943; Bremer и Bounet,

1950; Brazier, 1954) считают его по происхождению подкорковым. При этом, по мнению одних авторов, вторичная реакция является следовым разрядом неспецифических таламических ядер (Dempsey, Morison, 1942); другие связывают ее возникновение с циркуляцией импульсов между корой и ядрами таламуса (Chang, 1950, 1951). У человека вторичный ответ на световую вспышку в последнее время был изучен рядом авторов (Ciganek, 1958a, b; Hof, 1958; Calvet, Cathala, Contamin, Hirsch, Scherger, 1956). Циганек (1958a), используя метод суперпозиции, выделил 3 фазы вторичного ответа у человека на световую вспышку. При этом он регистрировал одновременно и первичный ответ, а затем ритмическое последствие (after discharges). Указанное название Эдриан (Adrian, 1941) дал следовым разрядам, которые идут вслед за первичным ответом. Следовые разряды относят к локальным электрическим реакциям коры, так как они регистрируются только в проекционных зонах коры в условиях неглубокого наркоза. Они состоят из синхронных волн частотой 10—20 герц. При углублении наркоза ритм их замедляется.

Анализ вторичных ответов, произведенный в последнее время Бюзе и Боренштейном (Buser, Borenstein, 1959), показал, что эти ответы регистрируются в коре без наркоза. Они регистрировались в состоянии спокойного бодрствования в средней супрасильвиевой извилине, при барбитуровом наркозе они исчезали и сохранялись при экстирпации у кошек проекционных зон коры. Эти ответы получили название «ассоциативных» ответов, так как локализовались в ассоциативной области коры независимо от характера (модальности) вызвавшего их раздражителя. Авторы объясняют их природу деятельностью диффузной таламической системы. Этой же точки зрения придерживается теперь большинство исследователей.

Связь вторичных ответов с ретикулярной формацией подтверждается угашением и растормаживанием вторичных ответов, что характерно для ориентировочного рефлекса (Кратин, 1955; Lifschitz, Palestini, Armendol, 1959).

Несмотря на общность вторичных ответов, описанных Форбсом и Морисоном, и ответов, описанных Бюзе и Боренштейном, они отличаются разными латентными периодами и условиями возникновения (одни возникают в наркозе, другие — в состоянии бодрствования). Это показывает, что в природе вторичного ответа еще много неясного.

Выяснив реакции коры на одиночные раздражения, мы можем рассмотреть представления о реакции усвоения ритма.

Многие исследователи (Bishop, 1933; Гершуни, 1940; Ливанов, 1940; Нарикашвили, 1956) наблюдали, что если наносить ритмические раздражения в соответствующей проекционной зоне, то вслед за первичным ответом возникает ритмическое колебание потенциала, отличаю-

щееся по форме от первичного ответа, вызванного единичным раздражением. Это ритмическое колебание следует в ритме наносимых раздражений, но до определенного предела частоты.

Первое указание на усвоение ритмического раздражения центральной нервной системой мы находим в работе Н. В. Голикова (1927) «Следовые реакции нервной системы в зависимости от частоты и силы предшествующих им раздражений». На ее основе А. А. Ухтомский (1928) создал учение об усвоении ритма.

Позднее Н. В. Голиков (1960) обосновал представления о внутренней и внешней синхронизации. Первая вызывается влиянием соседних клеток. В чистом виде такая синхронизация представлена «спонтанным» ритмом электроэнцефалограммы. Второй вид синхронизации обусловлен ритмом приходящих нервных импульсов. Наиболее типичным для внешней синхронизации является усвоение ритма афферентных раздражений, у человека — это усвоение ритма световой стимуляции.

Впервые реакцию усвоения ритма (называемую также реакцией перестройки или потенциалами следования) изучали у человека Эдриан и Мэтьюс (Adrian и Matthews, 1934). Они применяли ритмическую световую стимуляцию сетчатки глаз и в ответ на нее получили четкое усвоение мозгом ритма световых мерцаний в затылочной области с частотой от 8 до 25 в секунду. Данные Эдриана и Мэтьюса были подтверждены большим количеством авторов (Durup, Fessard, 1936; Lumis, Harvey, Hobart, 1936; Jasper, 1937; Goldman, Secal, Segalis, 1938; Bertrand, Delay, Guillian, 1939; Kornmüller, 1940; Ливанов, 1940; Tomen, 1941; Adrian, 1944; Walter, Dovey, Shipton, 1946; Cornil, Gastaut, 1947; Thiry, 1951a; Майорчик и Спирин, 1951; Mundy-Castl, 1953, и др.). Эти исследования выявили некоторые закономерности реактивных потенциалов. Сюда относятся локализация, диапазон, связь между частотой раздражения и частотой реактивных потенциалов.

Рассмотрим кратко основные результаты исследования диапазона усваиваемых частот и оптимальной частоты усвоения у человека.

Как уже сообщалось, Эдриан и Мэтьюс (1934) определяли усвоение ритма в пределах 8—25 герц. Вслед за этим Джаспер (1937) указывает, что верхний предел перестройки ритмов коры у человека в ответ на ритмический световой раздражитель достигает 55—60 герц, это почти полностью совпадает с частотой слияния мельканий, воспринимаемых субъективно. Тири (Thiry, 1951) тщательно исследовал верхнюю границу реакции перестройки и указывает для нее частоты до 70 герц. Однако большинство исследователей пришли к выводу, что диапазон усвоения для взрослых людей лежит в пределах от 6—7 до 25—30 герц (Toman, 1941; Cornil, Gastaut, 1947; Майорчик и Спирин, 1951; Mundy-Castl, 1953; Семеновская и Зарецкая, 1954; Копылов, 1957, и др.).

У различных испытуемых диапазон усвоения колеблется. Так, по данным Томена (Tomap, 1941), одни испытуемые усваивают световую ритмическую стимуляцию от 6 до 25 герц, а другие лишь в пределах 8—11 герц.

Автор отмечает: чем лучше выражен альфа-ритм в фоне, тем меньше диапазон усваиваемых частот раздражителя. Манди-Касл также устанавливает диапазон усвоения 4—26 герц, в отдельных случаях он расширяется до 44 герц. А. Г. Копылов (1960) установил, что верхняя граница диапазона усвоения колеблется от 16 до 60 герц.

В последнее время В. А. Ильянок применил разложение электроэнцефалограммы на высокочастотные гармонические составляющие при помощи специально настроенных фильтров гармонического анализатора биотоков. Он у большинства испытуемых нашел верхний предел усвоения 60—72 герца при интенсивности освещения зрачка от экрана 50 люкс. У отдельных испытуемых автор определил усвоение 120 и даже 160 герц. Однако разложение сложных гармонических колебаний мозга на гармонические составляющие еще не говорит об истинном усвоении мозгом этого ритма, который определен по отдельным гармоникам высокой частоты (Ильянок, 1960; Самсонова и Ильянок, 1960; Ильянок, 1961). Автор также отмечает, что лица, имеющие резко выраженный альфа-ритм, характеризуются более узким диапазоном усвоения частот. Это наблюдение В. А. Ильянка перекликается с выводами Томена о зависимости между выраженностью альфа- и бета-ритма в фоне и качеством усвоения ритмического света. При бета-ритме в фоновой записи лучше усваиваются высокие частоты (Tomap, 1941).

Уолтер, Дови, Шиптон (1946) указывают, что у каждого человека имеется своя оптимальная частота усвоения, которую они называют «резонансной». По данным указанных авторов, эта частота несколько выше альфа-ритма. Это же подтверждают В. Е. Майорчик и Б. Г. Спирин (1951). У них при исходном фоне альфа-ритма 9—11 герц лучше всего усваивалась частота 18 герц. Остоу (Ostow, 1959) на группе мужчин (более 300 человек) наблюдал, что усвоение мозгом световых ритмов лучше происходит у лиц с выраженной депрессией на свет доминирующего фонового ритма.

Как мы увидим дальше, явление усвоения светового ритма зависит не только от свойств мозга испытуемого, но и от методов его стимуляции (длительности и интенсивности вспышек света). По-видимому, различные исследователи пользовались различными условиями ритмической световой стимуляции, что, естественно, влияло на разнообразие полученных данных.

Вместе с тем большинство авторов наряду с усвоением основной частоты отмечают появление на электроэнцефалограмме ответов с частотами, в кратное число раз большими или меньшими частот раздра-

жения. Особенно часто появляются ритмы вдвое большей частоты при раздражении небольшой частотой вспышек и ритмы вдвое более низкой частоты при раздражении вспышками высокой частоты. Это явление было отмечено еще Эдрианом и Мэтьюсом (1934). Джаспер (1937), наблюдая явление удвоения, пытался его объяснить как результат генерализованной реакции коры на включение и выключение светового стимула, так называемых последовательных «on» и «off» эффектов [по терминологии Девис (Davis)]. Это явление Уокер, Вульф, Галстед, Кейз (Walker, Woolf, Halstead, Case, 1942, 1944) также связывают с появлением «on» и «off» эффектов. Такой же точки зрения придерживается и Томен (1941). По М. Н. Ливанову (1940), стимуляция усиливает ту частоту из существующих спонтанных ритмов, которая ей близка. Сходную точку зрения высказывают Уолтер, Дови, Шиптон (1946) и Манди-Касл (1953), объясняя появление гармоник (учащение ритма в кратное число раз) или субгармоник (соответствующее замедление) проявлением резонансных явлений при взаимодействии навязываемых ритмов со «спонтанными» ритмами мозга. Они наблюдали как высшие гармоники вплоть до 6-й, так и 2-ю и 3-ю субгармоники (Walter, Dovey, Shipton, 1946; Walter, Walter, 1949). Ремон (Remond, 1952) отмечает, что удвоение частоты наблюдалось тогда, когда частота раздражения, будучи удвоена, приближалась к доминирующему ритму фоновой записи. Автор объясняет это явление десинхронизацией деятельности корковых нейронов, среди которых каждая группа может усваивать не только навязываемый ритм, но и ритм соседней группы.

Применение импульсного стробоскопа позволило наносить световые импульсы длительностью, измеряемой микросекундами. При этом «off» эффект обычно не регистрировался. Использование указанного стробоскопа позволило Хофу (Hof, 1955, 1958) экспериментально обосновать зависимость проявления «on» и «off» эффектов от характеристики световой вспышки. Оказалось, что при неизменной интенсивности световых вспышек проявлению «off» эффекта благоприятствует увеличение длительности светового стимула. Другими словами этот эффект обнаруживается или при достаточном урежении частоты световых мерцаний или путем увеличения отношения света к темноте.

Важно подчеркнуть, что в затылочных областях локализуется основной ритм усвоения, а высокие гармоники обнаруживаются преимущественно в лобных областях, субгармоники — в височно-теменных (Walter, Dovey, Schipton, 1946; Thiry, 1951; Mundy-Castl, 1953, и др.).

Гармоники и субгармоники в ответ на применение ритмической световой стимуляции описаны также у детей (Зислина, 1957; Мельничук, 1958; Пратусевич, Корж, 1961).

Существует много гипотез происхождения этого феномена, но до сих пор нет достаточно убедительного объяснения его.

Явление усвоения мозгом световых мельканий лучше всего выражено в затылочной области. Специальные эксперименты Уокера, Вульфа, Галстеда и Кейза (1942, 1944) на обезьяне показали, что верхний предел усвоения затылочной корой (*area striata*) частоты ритмического света был равен 34 герцам, наружного коленчатого тела — 59 и зрительного тракта — 62 герцам. Сходные отношения нашел позднее и Линдсли (Lindsley, 1953, 1958). По его данным, у кошек и обезьян кора могла воспроизвести лишь ритм 40, иногда 50 герц, а подкорковые образования (наружное коленчатое тело и зрительный тракт) до 100 мерцаний и выше в секунду.

Различные авторы (Adrian и Matthews, 1934; Adrian, 1944; Toman, 1941; Thiry, 1951; Mundy-Castl, 1953; Remond, 1952; Cohn, 1955; Зислина, 1957; Мельничук, 1958; Копылов, 1957, 1960) получили преимущественную локализацию реактивных потенциалов, вызванных ритмическим светом в затылочной области.

Электрическая активность головного мозга здорового ребенка в условиях покоя и при раздражении ритмическим светом

Прежде чем рассматривать изменение электрической активности головного мозга ребенка под влиянием ритмического светового раздражения, необходимо кратко остановиться на особенностях электроэнцефалограммы у детей школьного возраста.

Электроэнцефалограмма ребенка значительно отличается от электроэнцефалограммы взрослого человека. Возрастные особенности электроэнцефалограммы ребенка, отличия ее от электроэнцефалограммы взрослого были отмечены уже первыми исследователями (Berger, 1929; Lindsley, 1936; Smith, 1937). Они указали на меньшую регулярность доминирующего ритма и наличие значительного количества медленных нерегулярных потенциалов у детей. Эти особенности выражены тем сильнее, чем моложе ребенок.

Так, Смит (Smith, 1937) описывает первые относительно регулярные медленные колебания в затылочных областях в возрасте 3—4 месяцев. С ростом ребенка отмечается увеличение частоты ритма, устойчивости и регулярности. Наряду с этим в электроэнцефалограмме ребенка имеются и менее регулярные волны, особенно в теменных областях, а в передних отделах мозга регистрируются более быстрые колебания типа бета-ритма (Штейнбух, 1953).

Указанные данные первых исследователей электроэнцефалограммы ребенка на огромном материале были подтверждены в классической монографии Генри (Henry, 1944). Генри на протяжении 8 лет изучал электрическую активность мозга у 532 детей. Результатом этого труда

был вывод о том, что электроэнцефалограмма здорового ребенка содержит доминирующий ритм, частота которого нарастает с возрастом, достигая частоты альфа-ритма у взрослых. В электроэнцефалограмме ребенка, по Генри, всегда имеются медленные колебания, регистрируемые главным образом в центральных областях коры, реже они имеются в затылочных областях. Медленные колебания исчезают из электроэнцефалограммы ребенка лишь к 13-летнему возрасту. Вместе с тем, пишет Генри, электроэнцефалограмма ребенка менее постоянна, чем у взрослого, значительно легче реагирует на периферические афферентные раздражения, а также изменения внутреннего состояния организма.

Позднее П. И. Шпильберг (1953) подтвердил данные Линдсли и Генри. С возрастом нарастает регулярность, выраженность и частота доминирующего ритма. Автор приводит следующие данные: до года у детей в электрической активности мозга, записываемой с кожи черепа, преобладает частота 4—5 герц, от 1 года до 3 лет — частота 4—6 герц, в 4 года — 6 лет — частота 6—7 герц, у более старших детей преобладает альфа-ритм частотой 8—12 герц.

С приведенными данными согласуются результаты исследования Н. В. Штейнбух (1953). Л. А. Новикова (1956) также подчеркивает, что электроэнцефалограмма здорового ребенка в возрасте 9—12 лет характеризуется большим количеством медленных волн, особенно в центральных областях больших полушарий. У подростков 13—16 лет альфа-ритм выражен лучше. В лобных областях и в старшем возрасте автор описывает хорошо выраженный бета-ритм. Такие же результаты приводит Н. Н. Зислина (1957).

Представляет интерес исследование Корбина и Бикфорда (Corbin, Bickford, 1955), которые исследовали электроэнцефалограммы большой группы детей от 1 года до 10 лет при помощи гармонического частотного анализатора. У младших детей (1—2 года) преобладали колебания частотой 1,5—3 герца, а также 5—7,5 герца. При этом авторы отмечают у детей исключительную вариабельность электрических потенциалов мозга. У детей 3—5 лет (при наличии низкочастотных колебаний) значительную выраженность приобретают колебания частотой 4—9 герц. В более старшем возрасте доминирующими были ритмы 7—12 герц, амплитуда же низкочастотных колебаний резко падает. Частотный спектр приобретает заметное постоянство в одинаковых условиях. И даже эта устойчивость спектра имеет место уже во всех возрастах. Авторы считают, что изменения спектра частот с возрастом происходят не путем простого нарастания частоты, как можно было ожидать, согласно Линдсли, если бы было постепенное изменение частотной характеристики однородных клеточных образований. По данным Корбина и Бикфорда, имеют место сложные изменения потенциалов отдельных нейронных образований в процессе их созревания.

Линдсли (1937), Реми (Remy, 1947), Берtrand, Делай, Гильян (Bertrand, Delay, Guillian, 1939) считают, что у детей диапазон колебаний от 3 до 12 герц является развитием и постепенным ускорением одного и того же альфа-ритма. Указанное нарастание ритма они связывают с формированием и развитием корковых ганглиозных клеток зрительного анализатора, которые развиваются и миелинизируются постепенно. Этим авторам противостоит другая точка зрения, развиваемая Гасто, Корнилом, Кремье (Cornil, Cremieux, Gastaut, 1948), Корбином, Бикфордом (1955), Келлауэем (Kellaway, 1957) и др. Согласно этой точке зрения, ускорение с возрастом ребенка доминирующего ритма кажущееся. В действительности в электроэнцефалограмме ребенка одновременно существуют различные ритмы. С возрастом же меняется только степень их выраженности. Если в первые годы жизни преобладают низкочастотные колебания, то это, по авторам, является лишь результатом плохой синхронизации беспорядочных разрядов большого количества нейронов. Когда же нейроны постепенно объединяются в системы посредством функциональных связей, а их структура дифференцируется и разовьется миелиновая обкладка, то медленные волны также постепенно исчезнут из электроэнцефалограммы: их заменят регулярные колебания — сначала 4—7 герц, а затем 8—12 герц. Указанной точки зрения сейчас придерживается большинство авторов.

По данным отечественных авторов (Лисовская, 1958), у детей младшего возраста (1—3 года) значительно уменьшаются в электроэнцефалограмме медленные колебания 2—3 герца и высокого бета-ритма по сравнению с ранним возрастом (до 1 года), а в 3—5 лет уже хорошо выражен регулярный ритм 5—7 герц. В 6—10 лет этот доминирующий ритм учащается до 7—10 герц и появляется его депрессия на свет. В 8—9 лет у детей начинает появляться роландический ритм, а доминирующий ритм в затылочных областях довольно регулярен и имеет частоту 6—10 герц (Васютина, 1961). К 5—7 годам часто выявляется четкий альфаподобный ритм (Калюжин, 1960). По Н. Н. Зислиной и Л. А. Новиковой (1959), у детей 9—12 лет альфа-ритм в затылочных областях регистрировался в 50% случаев, а в возрасте 13—16 лет — в 75%.

А. Я. Кудряшова (1955) исследовала 155 детей в возрасте 3—17 лет. Она нашла, что у мальчиков альфа-ритм максимальной частоты (11—12 герц) достигает к 12—13 годам, а у девочек — к 16—17 годам, превышая среднюю частоту альфа-ритма взрослого человека.

По данным П. В. Мельничука (1958), в 3 года частота доминирующего ритма у ребенка достигает 7—8 герц. Регулярность его еще слабая, доминирующая частота перемежается с колебаниями других частот. В передних отделах мозга имеется большое количество медленных колебаний. В 12—13 лет электроэнцефалограмма ребенка приближает-

ся к электроэнцефалограмме взрослого человека. Характерной особенностью электрической активности детского мозга являются высокие амплитуды электрических потенциалов и большая вариабельность электроэнцефалограмм у разных детей.

Большинство исследователей считает, что электроэнцефалограмма, характерная для взрослого человека, появляется к 13 годам. Однако, по данным Л. А. Новиковой (1961), у подростков 13 лет больше, чем у взрослых людей, выражено различие электрической активности затылочного и лобного полюсов головного мозга. Автор считает, что медленные ритмы 3—4 герца, регистрируемые у маленьких детей, являются стадией развития альфа-ритма, а волны частотой 9—12 герц, наблюдаемые у детей 1 года — 2 лет и обозначаемые в ряде работ (Штейнбух, 1953) как альфа-ритм, являются стадией развития бета-ритма, который у взрослых людей достигает частоты 18—25 герц.

Однако указанные исследования касались лишь электроэнцефалограмм, записанных в условиях покоя. Между тем электроэнцефалограмма, исследованная под влиянием функциональных нагрузок, оказалась более чувствительной к изменениям функционального состояния центральной нервной системы. Естественно поэтому, что она представляла для исследователя, изучающего функциональные изменения центральной нервной системы, больший интерес, чем электроэнцефалограмма, записанная лишь в условиях покоя. Наиболее эффективной из функциональных нагрузок оказалась ритмическая световая стимуляция (раздражение ритмическим светом).

По данным Линдсли (Lindsley, 1952), усвоение ритма световых раздражений мозгом ребенка можно вызвать в возрасте до 2 месяцев, т. е. до установления у ребенка постоянного доминирующего ритма в условиях покоя. При этом усвоение отмечается лишь при частоте световых раздражений 2—4 герца. С возрастом, по Линдсли, диапазон усваиваемых ритмов постепенно расширяется.

Лаже и Гумберт (Laget, Gumbert, 1954) также показали, что до 1 года мозг ребенка усваивает только медленные ритмы от 2 до 5 герц. В следующем возрастном периоде (1—4 года) мозг ребенка, как правило, усваивает световые ритмы до 12—15 герц. Очень редко авторы отмечали расширение диапазона усваиваемых частот в этом возрасте в сторону повышения. В возрасте 10—13 лет дети усваивают уже более частые ритмы, диапазон их уже составляет 6—12—25 герц.

По данным Н. Н. Зислиной (1955, 1957), дети 9—16 лет четко усваивают ритм световых раздражений в диапазоне 8—24 герца. Она наблюдала явления усвоения в этом диапазоне у 85% детей. Усвоение низких частот (2—5 герц), по ее данным, отсутствовало у 93% детей 13—16 лет. Лишь у отдельных испытуемых Н. Н. Зислина получила усвоение ритма 5 герц. Перестройка на ритм 2—4 герца отсутствовала у всех 60 детей

13—16 лет (Зислина и Новикова, 1959). У детей 9—12 лет усвоение частоты 4—5 герц было у 7 (18%) из 40.

Здесь необходимо подчеркнуть, что различные исследователи в зависимости от применяемой методики световой стимуляции отмечали разные спектры усваиваемых частот раздражений. Так, Н. Н. Зислина применяла дисковый фотостимулятор, сконструированный В. А. Ильенком. При стимуляции ею подавались световые импульсы, близкие по форме к синусоидальным, на белый экран, отстоящий от глаз испытуемого на 50 см. При такой методике стимуляции автор нашла, что выраженность усвоения при монополярном отведении, оцениваемого примитивным способом ранговых оценок («хорошо», «удовлетворительно», «плохо»), не зависит от частоты доминирующего ритма. Оно было лучше выражено в старшей возрастной группе (13—16 лет) и несколько хуже в младшей группе (9—12 лет). Усвоение детьми лишь относительно высоких частот, по-видимому, зависело от соотношения свет—темнота и других особенностей стимуляции.

П. В. Мельничук (1958) при такой же методике стимуляции, но с более крутыми импульсами, ближе по форме к прямоугольным (соотношение свет—темнота 1:4), получил при биполярных и монополярных отведениях четкое усвоение в диапазоне частот от 3—5 до 20—25 герц у 88% (29) детей в возрасте 9—12 лет. У остальных детей усвоение, оцениваемое по разработанной автором модификации метода ранговых оценок, было плохим (4 человека) или отсутствовало (один человек). С уменьшением возраста, пишет П. В. Мельничук, качество усвоения ухудшалось (снижались выраженность и четкость реактивных потенциалов), одновременно сужался и диапазон усваиваемых частот. В возрасте 3—5 лет он был в пределах от 3 до 10—14 герц.

Если в исследованиях Н. Н. Зислиной оптимальная частота усвоения была у детей 9—16 лет 10—18 герц, превышая значительно частоту доминирующего ритма, то у П. В. Мельничука она обычно лишь несколько превышала частоту альфа-ритма.

Как Н. Н. Зислина, так и П. В. Мельничук наблюдали довольно часто усвоение частот в кратное число раз больших или меньших, чем частота стимуляции. Удвоение и утроение обычно наблюдались при низких частотах раздражения, тогда как кратное уменьшение ритма (появление субгармоник) наблюдалось при высоких частотах раздражения.

По наблюдениям П. В. Мельничука, у детей младшего возраста (3—8 лет) усвоение отличается меньшей правильностью и большей амплитудой. На медленные колебания обычно наслаиваются нерегулярные колебания более высоких частот. Оптимальная частота усваиваемого ритма всегда была ниже доминирующего фонового ритма. По сравнению с детьми 9—12 лет у них ниже диапазон усваиваемых ритмов за

счет снижения его верхней границы. Чем моложе ребенок, тем уже диапазон усваиваемых им ритмов, ниже качество усвоения.

Келлауей (Kellaway, 1957) также отмечает меньшую способность младших детей воспроизводить на электроэнцефалограмме частоты световой стимуляции, чем у взрослых.

У новорожденных детей, по данным Д. А. Фарбер (1961), во время сна регистрируются первичные ответы только в затылочных областях больших полушарий до частоты 2 герца. Эти первичные ответы характеризуются большой амплитудой, чрезвычайно длительным латентным периодом и большой продолжительностью самого ответа.

По данным Н. С. Мирзоянц (1961), оптимальные частоты усвоения ритма для детей раннего возраста соответствуют доминирующим частотам фоновой электроэнцефалограммы и составляют для детей 2—3 месяцев жизни 0,3—3 герца, для детей 4—9 месяцев — 4—7 герц, для детей 10—12 месяцев — 8—12 герц.

Таким образом, усвоение частоты ритмической световой стимуляции в детском возрасте тем хуже выражено (по величине диапазона усваиваемых частот и качеству усвоения), чем моложе ребенок. В первые годы жизни диапазон очень узок, а амплитуда ответов высокая.

Методика исследования реактивных потенциалов головного мозга ребенка

Наши исследования электрической активности мозга производились при помощи 15-канального и 8-канального электроэнцефалографов фирмы «Альвар электроник». Применялись биполярные и монополярные отведения. Неоднократное сравнение биполярных и монополярных отведений показало, что при регистрации реактивных потенциалов в ответ на стимуляцию ритмическим светом нет существенной разницы при монополярном (затылочном) и биполярных (затылочно-височном и затылочно-теменном) отведениях. Реактивные потенциалы регистрируются преимущественно в затылочной области. В теменной же области они наблюдаются очень редко и амплитуда их при этом очень незначительная. Артефакты же от двигательных реакций на свет при биполярном отведении менее выражены, чем при монополярном. В связи с этим мы чаще пользовались биполярными отведениями.

Световое раздражение обычно производили фотостимулятором фирмы «Альвар электроник». Длительность подачи серии ритмических световых раздражений была 10 секунд, интервал между сериями раздражений — 60 секунд, частота наносимых раздражений нарастала от 1—2 до 30—50 герц. Длительность вспышки была 50 микросекунд интенсивность света вспышки — 0,3 джоуля. Фара фотостимулятора, имеющего прямоугольные импульсы, устанавливалась вплотную у закрытых

глаз ребенка. Это позволило всем светочувствительным элементам сетчатки участвовать в залпах прерывистых афферентных импульсов, которые по зрительным нервам (содержащим около 2 млн. волокон) через ретикулярную формацию ствола, наружные коленчатые тела и таламус попадали в затылочную область коры. Световая стимуляция на закрытые глаза мощными прямоугольными световыми импульсами, захватывающая все светочувствительные элементы сетчатки, давала более широкий спектр усваиваемых частот. Стимуляция на расстоянии 50—70 см на открытые глаза была менее эффективна.

Испытуемый в течение всего исследования сидел в темной экранированной камере с закрытыми глазами. Применялись хлорированные серебряные электроды с использованием электролитической пасты фирмы «Альвар электроник». В затылочной области электроды располагались на 1 см выше затылочных бугров на расстоянии 2 см от средней линии, в теменной области — по линии, соединяющей наружные слуховые проходы на 2 см от средней линии, в височной области — на 1,5 см выше верхнего края ушной раковины, лобные — на уровне лобных бугров на 2 см от средней линии, индифферентные электроды крепились на мочках ушей.

Сперва при оценке спектра реактивных потенциалов мы пользовались методом ранговых оценок в модификации П. В. Мельничука (1958). При этом учитывались следующие параметры: выраженность усвоенных колебаний во времени, их амплитуда и однородность формы этих реактивных колебаний. Совокупность перечисленных показателей условно объединялась в понятие «качество» усвоения, оцениваемое по пятибалльной системе. Несмотря на субъективность оценки, система ранговых оценок позволяла в известном приближении производить анализ спектра реактивных потенциалов в сопоставимых ранговых величинах.

Значительным шагом вперед в изучении нами биоэлектрической реактивности головного мозга ребенка явился переход от метода ранговых оценок изменений реактивных потенциалов на электроэнцефалограмме к точным количественным методам, позволявшим объективно высчитывать в процентах коэффициент синхронизации реактивных потенциалов мозга при каждой частоте раздражения и энергию реактивных потенциалов мозга также для каждой частоты. Эта методика была предложена английскими исследователями Ловеллом и Доссеттом (Lowell и Dossett, 1959) и опубликована нами в незначительной модификации применительно к нашим целям (Сперанский, Пратусевич, Корж, 1960; Пратусевич, Корж, 1961).

Технические особенности обработки электроэнцефалограммы были следующие. Для каждой частоты подаваемых световых импульсов была подготовлена прозрачная полоска кальки, разделенная точками на равные промежутки: точки воспроизводили отметки на электроэнцефало-

грамме световых стимулов, получаемых через фотоэлемент. Полоска кальки помещалась таким образом на электроэнцефалограмму, чтобы ряд точек совпадал со средней горизонтальной линией. Полоска перемещалась по электроэнцефалограмме вправо, пока в колебания электроэнцефалограммы не входило максимальное число точек (в связи с ритмичностью процесса этот сдвиг не превышал половины периода частоты раздражения). Если точка лежала на линии волны, то она не подсчитывалась.

Коэффициент синхронизации (K_s) сводился к отношению количества совпавших со световыми стимулами колебаний электроэнцефалограммы (P_c) к числу поданных световых импульсов (P_n) за 10 секунд. В результате получалась следующая формула: $K_s = \frac{P_c}{P_n} \cdot 100\%$. Все колебания

электроэнцефалограммы, совпавшие со световыми импульсами, измерялись полоской миллиметровой бумаги и общая величина их суммировалась за 10 секунд в миллиметрах и в соответствии с величиной калибровки переводилась в микровольты как показатель энергии синхронизированных колебаний (ΣA_s). Определение однозначных количественных величин (K_s и ΣA_s) позволяло судить о качестве перестройки электрической активности мозга на частоту световых раздражений по всему их спектру (по проценту усвоения частоты раздражителя) и о количественной характеристике перестройки на световую стимуляцию каждой частоты по суммарной величине осцилляций за 10 секунд в микровольтах (ΣA_s). При этом можно было полагать, что чем больше было количество нервных элементов, участвующих в процессе внешней синхронизации, вызываемой ритмической световой стимуляцией, тем больше была суммарная величина ΣA_s .

Такая обработка электроэнцефалограммы позволила выявить новые закономерности в динамике функциональных состояний мозга.

Применение нами различных автоматических анализаторов биотоков (фирм «Альвар электроник», «Кайзер» и др.), производящих гармонический анализ электрической активности мозга, с использованием специальных пересчетных схем типа ПС-10 000, показало, что результаты такого анализа принципиально непригодны для целей определения коэффициента синхронизации и суммарной энергии реактивных потенциалов в электроэнцефалограмме. Причина этого в том, что реактивные колебания мозга имеют не простую, а сложную интерференционную природу, любой же гармонический анализатор разлагает это сложное колебание потенциала на простые гармоники в соответствии с рядом Фурье. Формально правильный математически и физически, такой анализ априори предполагает наличие в мозгу гармонического синтеза. Воспроизведение же мозгом фактических частот ритмических раздражений, подаваемых на него, опровергает такое допущение, свидетель-

ствуя о том, что суммарная электроэнцефалограмма выражает реальную частоту электрических колебаний целостного мозга. Следовательно, частоты, выдаваемые гармоническим анализатором, являются формальными по отношению к мозгу как целостному органу и не соответствуют фактической частоте его электрических колебаний. Кроме того, известно, что гармонический анализ применим только к линейным системам¹. Мозг же во всех случаях является существенно нелинейной системой, поэтому любой гармонический анализатор спектра биотоков не может быть применим для изучения реальных процессов в мозгу.

Указанные соображения заставили нас отказаться от использования анализаторов биотоков для анализа спектра реактивных потенциалов на электроэнцефалограмме и остановиться на исключительно трудоемком вычислении величин K_s и ΣA_s сообщенным выше способом.

Наши попытки конструирования схемы совпадений, которая позволяла бы подавать на пересчетную схему только совпадающие колебания потенциалов, также встретились с трудностями. Преодолеть их мы оказались не в состоянии. Дело в том, что скрытый период реактивного потенциала является величиной переменной, меняющейся для каждой частоты раздражителя, и его определить заранее нельзя, а автоматическая настройка на него, особенно если период усвоения длится меньше секунды, а величина колебаний фона не отличается от величины колебаний реактивных потенциалов, пока не решена технически.

Исследования спектра реактивных потенциалов мозга до и после занятий с указанным методом обработки электроэнцефалограммы произведены у 110 здоровых детей — воспитанников школы-интерната в возрасте 11—15 лет. Исследование производилось утром до занятий от 7 часов 30 минут до 8 часов 50 минут и после занятий от 14 часов до 15 часов 20 минут. Каждый ребенок обследовался от 2 до 10 раз. Продолжительность классных занятий была 5—6 уроков. Одновременно у части этих же детей производились систематические исследования высшей нервной деятельности (см. главы III и IV), в классе изучалась скорость и количество ошибок в корректурной пробе при помощи анфимовских таблиц (см. главу I).

Все дети предварительно, как указывалось в главе III, прошли тщательное лабораторное обследование и обследование у специалистов (педиатра, психоневролога, окулиста и отоларинголога) и находились под постоянным врачебным наблюдением врача-педиатра, прошедшего клиническую ординатуру в клинике, руководимой Г. Н. Сперанским. Результаты всех этих обследований надежно подтверждали отсутствие у детей патологических отклонений. Режимные условия в соответствующих возрастных группах у детей в школе-интернате были одинаковыми.

¹ А. А. Харкевич. Спектры и анализ. М., 1957.

Результаты изучения реактивных потенциалов головного мозга ребенка при умственном утомлении

Прежде всего мы изучили «спонтанную» электроэнцефалограмму у 115 детей в возрасте 11—15 лет. Новых фактов по сравнению с авторами, результаты исследования которых сообщены выше, мы не обнаружили. Электрическая активность мозга в этом возрасте большей частью характеризовалась довольно устойчивым альфа-ритмом частотой 9—11 герц, большой амплитудой (50—80 микровольт) колебаний, выраженных в основном в задних отделах мозга. В центральных отделах наблюдалось значительное количество медленных нерегулярных колебаний.

Электрическая активность мозга легко менялась под влиянием физической нагрузки (деорганизовался доминирующий ритм, нарастали медленные колебания большой амплитуды). Воздействие внешних раздражителей (свет, звук) вызывало десинхронизацию доминирующего ритма. При дремотном состоянии и сне на электроэнцефалограмме наблюдалась дезорганизация альфа-ритма и появлялись медленные колебания.

Неоднократные сравнения фоновой электроэнцефалограммы у детей до и после учебных занятий не смогли показать выраженных и устойчивых изменений в «спонтанной» электроэнцефалограмме под влиянием утомления, хотя такие изменения отмечались методом условных рефлексов. При этом следует подчеркнуть, что мы не пытались форсировать учебной нагрузки испытуемых, а изучали детей лишь в естественных условиях (Пратусевич, Мельничук, Алексеева, Корж, 1960).

Изучение реактивных потенциалов мозга у 110 детей до и после 5—6 часов занятий в классе вскрыло новые закономерности динамики реактивных потенциалов под влиянием утомительной умственной работы, которая вызывает фазовые изменения возбудимости в коре больших полушарий и торможение в подкорковых центрах.

Диапазон спектра реактивных потенциалов до занятий колебался при многократных обследованиях от 1—3 до 17—28 герц. В отдельных случаях встречалось усвоение частот раздражителей до 40 герц и более. Но это были исключительные случаи. При нанесении световых раздражений с частотой 1—2 герца ответы не имели характера ритмических колебаний, а были многообразными, напоминая по форме первичные ответы. При раздражении частотой 3 герца они приобретали близкую к синусоидальной форму, четко выраженную при частоте 5 герц и выше. Оптимальная частота реактивных потенциалов была 7—15 герц. В этой зоне реактивные потенциалы были лучше всего выражены.

В ряде случаев (19 случаев из 110) мы наблюдали вторую, редко третью гармоники, а также субгармоники. Известно, что существует

Согласно
ты раздр
случаи у
Dovey, S
Указание
гармонич
моник и
колов и
результ
а также
Мельнич
Поп

появлени
с процес
специали

Нам
(Gastau
рактерис
место в
распола
ского ст
пределе
не искл
сов в ко

Кан
появлени
зывания
ных нер
цессов
отраже
Супин,

Он
Д. А. П
и гармо
довани
тельств

По
детей с
В
иналы
показа
спектр
фиции

большая вариабельность ответов мозга у человека на различные частоты раздражения ритмическим светом. Так, у взрослых людей описаны случаи удвоения, утроения и учетверения частот раздражителя (Walter, Dovey, Shipton, 1946; Данилова, 1958, 1961; Соколов и Данилова, 1958). Указанные авторы описывают также появление вторых и третьих субгармоник. Следует подчеркнуть, что некоторые авторы при оценке гармоник и субгармоник пользовались гармоническим анализатором (Соколов и Данилова, 1958) и их результаты, естественно, отличаются от результатов других авторов. Появление вторых и третьих гармоник, а также субгармоник описано при исследовании детей (Зислина, 1957; Мельничук, 1958).

Попытка некоторых авторов (Соколов и Данилова, 1958) связать появление субгармоник с процессом торможения, а появление гармоник с процессом раздражения не подтвердилась в наших исследованиях при специальной проверке.

Нам представляется более обоснованной точка зрения Гасто (Gastaut, 1950). Гасто показал, что изменение частотных и фазовых характеристик по ходу ритмической световой стимуляции часто имеет место в коре и отсутствует в наружном коленчатом теле, где нейроны располагаются правильными слоями. По Гасто, сложность морфологического строения коры ведет к пространственным и временным перераспределениям приходящих нервных импульсов и сдвигу их фаз. Автор не исключает также возможность взаимодействия афферентных импульсов в коре со «спонтанными» колебаниями ее ритмических потенциалов.

Как показали новые исследования (Гусельников и Супин, 1962), появление субгармоник и гармоник, а также проявление «реакции навязывания» не служат показателем физиологической лабильности различных нервных образований мозга. Способность циклических нервных процессов в коре протекать с определенной скоростью не находит прямого отражения в характеристике «реакции навязывания» (Гусельников и Супин, 1962).

Оценивая электроэнцефалографические показатели у человека, Д. А. Гинзбург (1962) приходит к выводу, что появление субгармоник и гармоник, так же как и вообще изменение полосы оптимального следования, не может служить мерой лабильности нейронов коры, а свидетельствует лишь об изменении уровня их оптимальной синхронизации.

По характеру изменений электроэнцефалограмм 110 изученных детей были разбиты на 3 группы.

В первой группе, состоящей из 80 детей (73%), реактивные потенциалы после 5—6 часов классных занятий увеличивались. Возрастал показатель энергии реактивных потенциалов, особенно резко в центре спектра усваиваемых частот. Во многих случаях увеличивался и коэффициент синхронизации, но не так резко.

Во второй группе, состоявшей из 20 детей (18%), существенных изменений по обоим определяемым параметрам не отмечалось.

В третьей группе, включавшей 10 детей (9%), имела место обратная зависимость: оба показателя (K_s и ΣA_s) имели после занятий тенденцию к понижению.

Рассмотрим результаты исследования детей первой группы.

В главе III мы познакомились с Таней Л., 14 лет. Она отличалась, как указывалось, исключительным спокойствием, дисциплинированностью и некоторой медлительностью.

Многократное исследование у Тани Л. реактивных потенциалов до и после 6 уроков классных занятий показало увеличение суммарного (за 10 секунд) показателя энергии (ΣA_s) реактивных потенциалов.

В качестве иллюстрации рассмотрим исследование реактивных потенциалов Тани Л. от 5/III 1959 г. На снимках электроэнцефалограмм (рис. 31, А, Б) представлено исследование до (А) и после (Б) 6 уроков умственной работы в классе. Исходная частота альфа-ритма 11 герц. Ритмический свет частотой 13 герц вызывает эффект усвоения ритма, лучше выраженного в затылочно-височных отведениях (две нижние кривые на рис. 31, А), чем в затылочно-теменных. После занятий качество усвоения улучшилось как в затылочно-височных отведениях, так и особенно в левом затылочно-теменном (OP^s) отведении (см. рис. 31, Б). График анализа по показателям коэффициента синхронизации (K_s) и энергии реактивных потенциалов (ΣA_s) по всему спектру частот показал, что коэффициент синхронизации в центре спектра менялся после занятий незначительно, зато в верхней части спектра, начиная с 19 герц, отмечается увеличение K_s : 19 герц — на 23%, 21 герц — на 11%, 23 герца — на 31%, 25 герц — на 22% (рис. 31, В). Суммарная энергия реактивных потенциалов растет резко по всему спектру применявшихся частот стимуляции с 3 до 25 герц. Если для частот 3 и 5 герц этот рост невелик, то дальше он весьма значителен: для 7 герц — 2000 мкв, 9 герц — 1500 мкв, 11 герц — более 2500 мкв и т. д. В верхней половине спектра он еще больше. ΣA_s для частоты 19 герц увеличивается более чем на 3000 мкв, для частоты 21 герц — 2000 мкв, 23 герц — более 2000 мкв, 25 гц — 1900 мкв (рис. 31, Г).

Таким образом, мы имеем заметное увеличение после умственной работы K_s в верхней части спектра и резкое увеличение энергии реактивных потенциалов по всему спектру частот (особенно с 7 до 25 герц).

Если вспомнить, что при этом у данного ребенка наблюдались тор- мозные (парадоксальная и уравнивательная) фазы в коре и торможение в подкорковых центрах (угнетение вегетативных компонентов условной и безусловной реакции), то можно предположить, что повышение способности воспроизводить частоты ритмического светового раздражения коррелируется с изменениями высшей нервной деятельности.

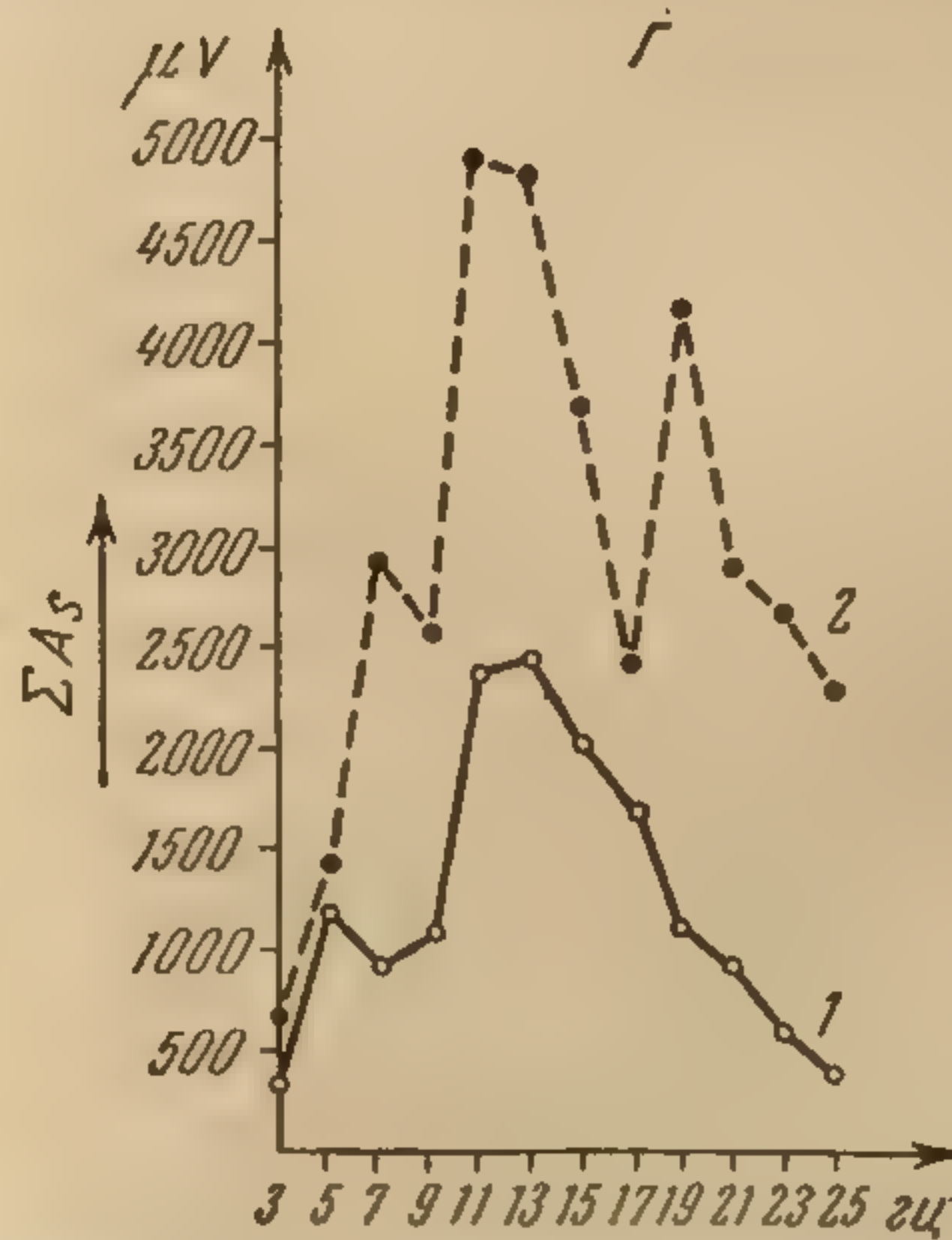
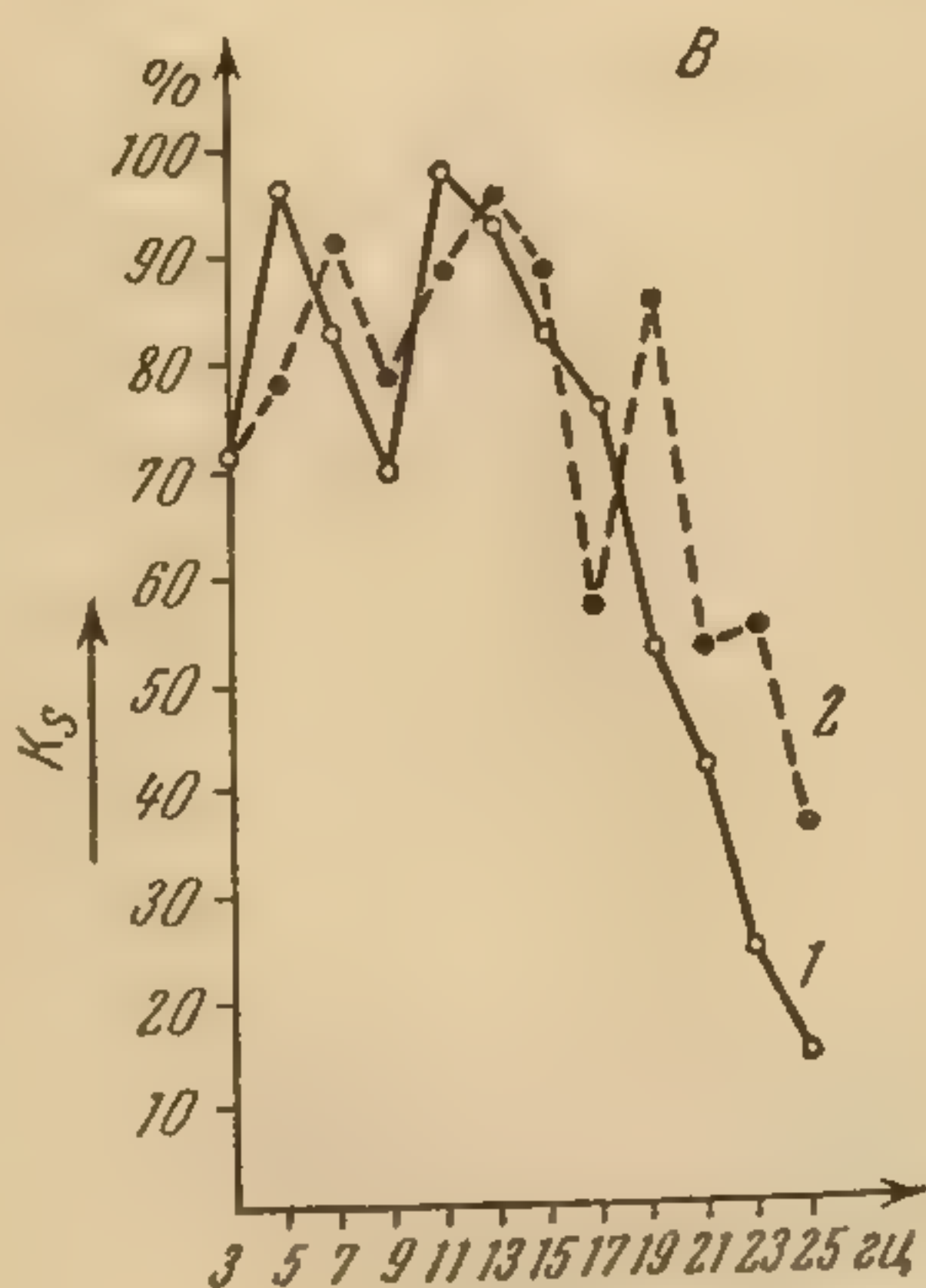
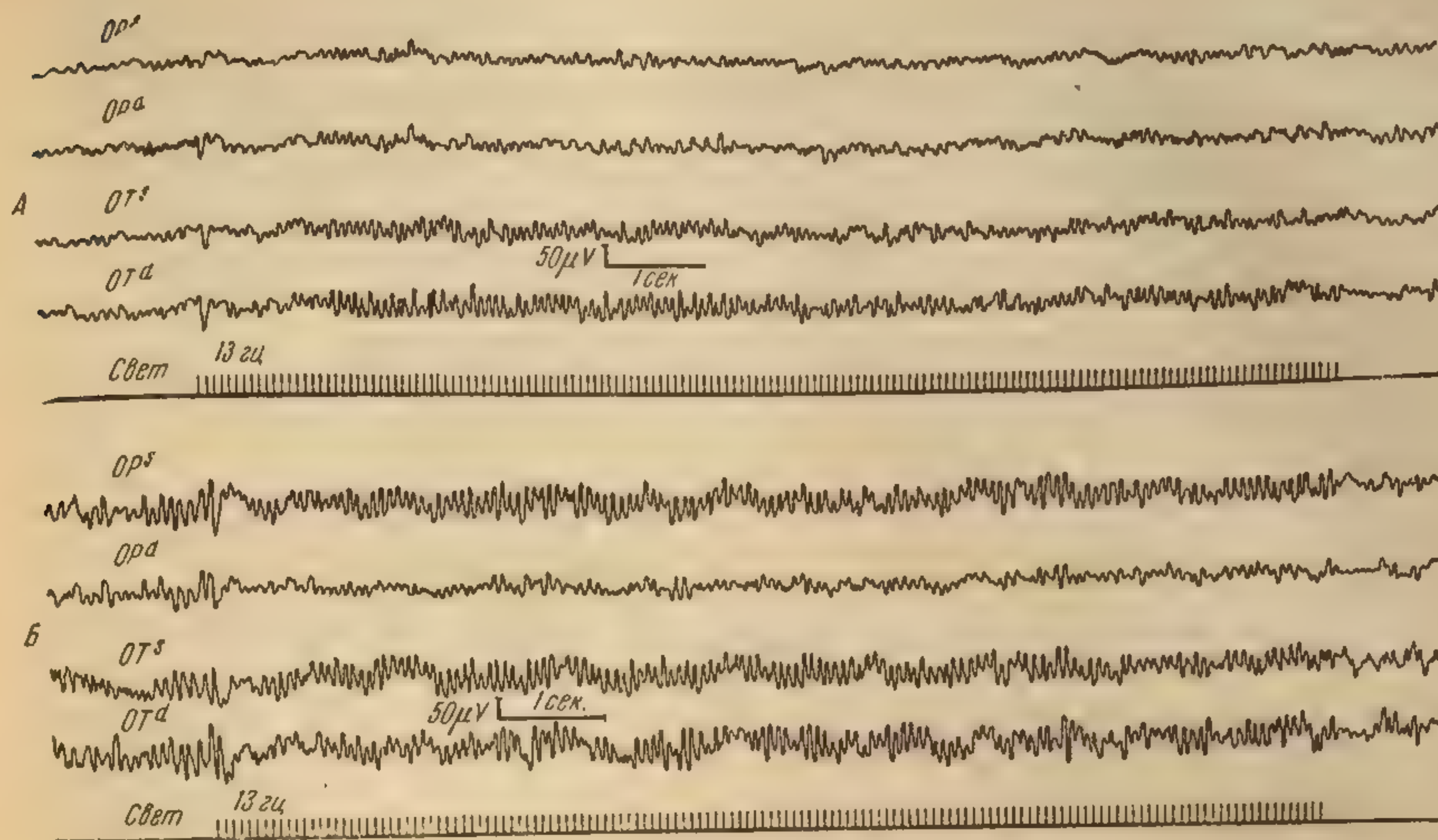


Рис. 31. Исследование реактивных потенциалов Тани Л., 13 лет, 5/III 1959 г

А — электроэнцефалограмма до классных занятий; Б — после классных занятий. Графики анализа: В — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Г — суммарная энергия реактивных потенциалов (ΣA_s) для каждой частоты раздражителя; 1 — до уроков; 2 — после уроков.

Можно еще указать на следующее: по И. П. Павлову, сущность гипноза составляет частичный сон. Если обычный сон есть разлитой процесс торможения по всей массе больших полушарий, захватывающий даже ближайшую подкорку, то при гипнозе имеется состояние частичного, парциального сна различной интенсивности. При этом большие полушария расчленены, разобщены на сонные и бодрствующие отделы, имеется как бы функциональная мозаика из процессов торможения и раздражения. Указанная функциональная диссоциация коры мозга на сонные и бодрствующие участки характеризуется своеобразным «застреванием» корковых клеток на тормозных фазовых состояниях (Платонов, 1957).

Длительное и тщательное электрофизиологическое изучение естественного и гипнотического сна у человека, произведенное А. И. Марениной (1960, 1961), показало, что в первой фазе гипноза, когда наличие тормозных состояний не вызывает сомнений, «спонтанная» электроэнцефалограмма не отличается от электроэнцефалограммы в бодрствующем состоянии. Электроэнцефалограмма в первой фазе гипноза, как и в бодрствующем состоянии, состоит из волн альфа и бета, имеющих одну и ту же размерность.

В третьей — сомнамбулической фазе гипноза, когда гипнотизируемый полностью не ориентируется в окружающей обстановке, выполняет словесные внушения самого разнообразного характера, а после пробуждения совершенно это не помнит, электроэнцефалограмма становится похожей на кривые, снятые у данного испытуемого во время бодрствования: тот же фон, та же размерность, но амплитуда кривых становится несколько меньше. Лишь во второй фазе гипноза, когда гипнотизируемый не может производить никаких движений, электроэнцефалограмма заметно изменяется по сравнению с бодрствованием (снижается амплитуда альфа-волн, частично исчезают бета-волны, кривая делается более ритмичной).

Все это убедительно свидетельствует о том, что при гипнозе нет разлитого торможения, а потому и нет существенных изменений «спонтанных» электроэнцефалограмм.

По-видимому, при умственном утомлении еще в меньшей степени можно говорить о разлитом торможении. Здесь еще большая раздробленность участков бодрствования и фазовых состояний, это как бы «мелко раздробленный» сон, сложная подвижная мозаика мелких участков торможения и бодрствования, которая может субъективно не ощущаться испытуемым.

Известно, например, что запредельное торможение, имеющее место после эпилептического приступа, значительно улучшает усвоение мозгом навязываемых ритмических световых раздражений (Крейндлер, 1960).

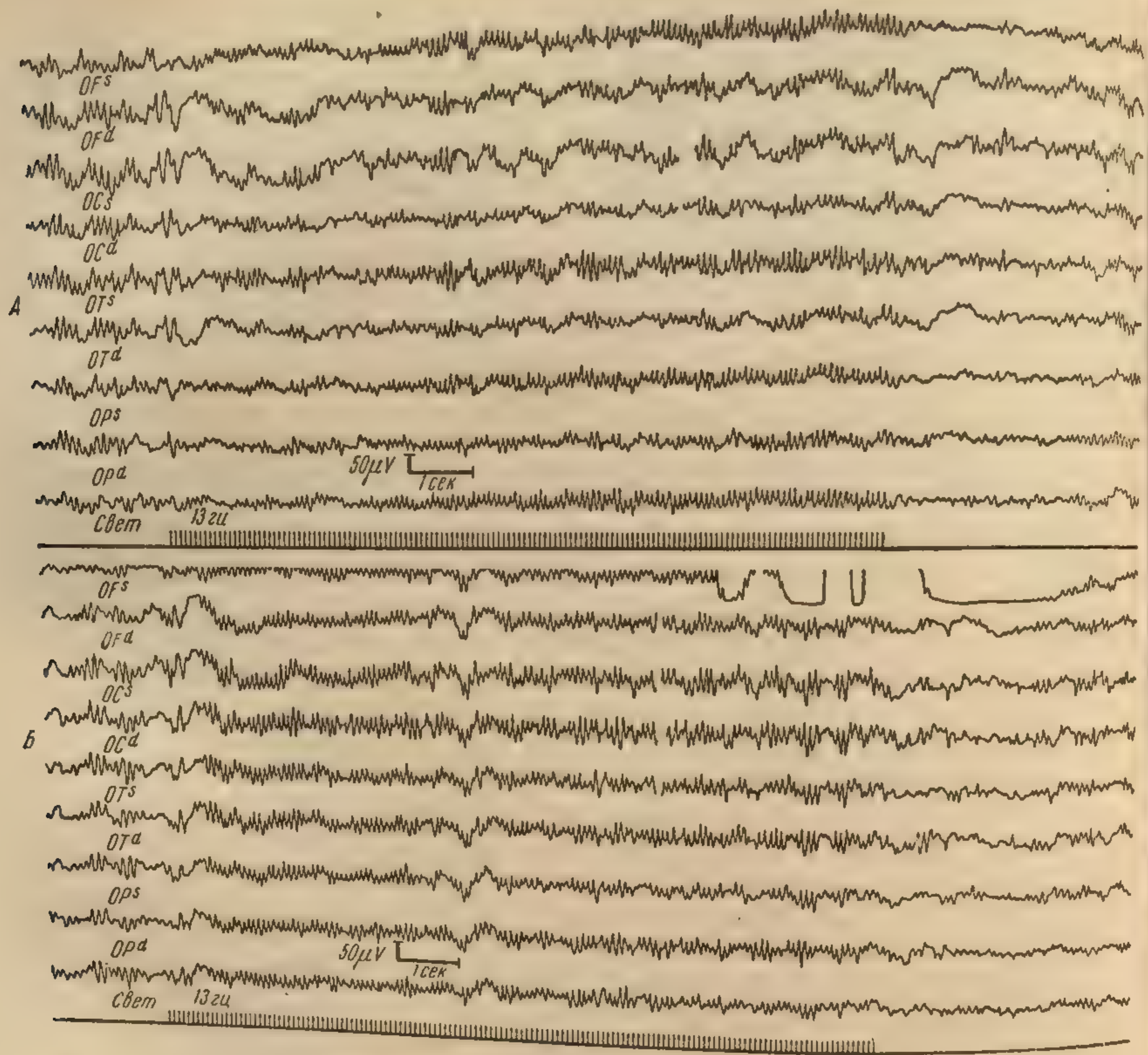
Сложная подвижная мозаика участков бодрствования и фазовых состояний, по-видимому, облегчает процессы внешней синхронизации, увеличивается количество нервных элементов, вовлекаемых в единый ритмический процесс, что и проявляется в виде улучшения усвоения навязываемых ритмов. Это наше предположение требует подкрепления.

Посмотрим, что покажут исследования других детей.

Рассмотрим исследование Вани Р., 14 лет (ученика 8-го класса), от 25/XII 1961 г. На электроэнцефалограммах (рис. 32 и 33) этого ребенка видно хорошее усвоение частоты ритмического света 13 герц при исходной частоте альфа-ритма 9,5 герца (рис. 32, А) до занятий. После 6 уроков на электроэнцефалограмме отчетливо видно повышение качества усвоения навязываемого ритма (рис. 32, Б). Другой рисунок (рис. 33, А) показывает реакцию усвоения мозгом частоты стимуляции 21 герц при исходной частоте альфа-ритма 10 герц до занятий. Эта реакция лучше выражена справа, она не сплошная на протяжении всей стимуляции, а местами прерывается вспышками альфа-ритма частотой 9,5 герца. После 6 уроков качество усвоения частоты 21 герц заметно возрастает (рис. 33, Б). Следует отметить, что при частоте стимуляции как 13, так и 21 герц усвоение ритма улучшается с обеих сторон во всех 8 затылочных отведениях. На графике анализа реактивных потенциалов заметно сходство кривых коэффициента синхронизации (K_s) и энергии реактивных потенциалов (ΣA_s). Особенно резко увеличивается после занятий коэффициент синхронизации и энергия реактивных потенциалов в центре спектра усваиваемых частот — от 11 до 17 герц на 14—42% (рис. 32, В, Г). Еще более резко возрастает величина суммарной энергии реактивных колебаний — 1,9 — 3,8 раза (в частотах 11—17 герц).

Суммируя анализ изменений реактивных потенциалов под влиянием шестичасовой умственной работы, укажем на резкое увеличение обоих вычисляемых параметров (K_s и ΣA_s) в центре спектра усваиваемых частот (11—17 герц).

С девочкой Шурой Л. мы подробно познакомились в IV главе при изучении корково-подкорковых взаимоотношений после умственного утомления. Быстрая, любознательная, эмоциональная Шура Л. реагировала на существующую нагрузку в классе (6 уроков и 3 часа приготовления домашних заданий) парадоксальными и уравнительными тормозными фазами в коре больших полушарий и торможением подкорковых реакций. При исследовании у нее реактивных потенциалов 3/IV 1959 г. до занятий утром электроэнцефалограмма отличалась хорошим усвоением ритма световой стимуляции 13 герц (рис. 34, А) при исходном альфа-ритме в фоне 10—11 герц. После занятий наблюдалось резкое увеличение амплитуды реактивных потенциалов (рис. 34, Б), но худшим воспроизведением навязываемого ритма. Это хорошо видно из графиков анализа. Коэффициент синхронизации после умственной рабо-



ты уменьшился, начиная с 11 герц до 25 герц, при этом уменьшение достигает 38% в центре спектра реактивных потенциалов. Суммарная же энергия реактивных потенциалов при этом значительно увеличилась: почти на 1000 мкв для частоты 9 герц и более чем на 800 мкв для частоты 13 герц. Это произошло, несмотря на уменьшение абсолютного числа синхронизированных колебаний.

Таким образом, у Шуры Л. мы наблюдали своеобразную диссоциацию по двум показателям. Это объяснялось тем, что, по-видимому, в результате тормозных изменений в мозгу, которые мы анализировали в

IV гл.
усили
ствие
цессе
ний,
лов.
Шуры
вых
му,
част
теле
общ
вре
стве
ном

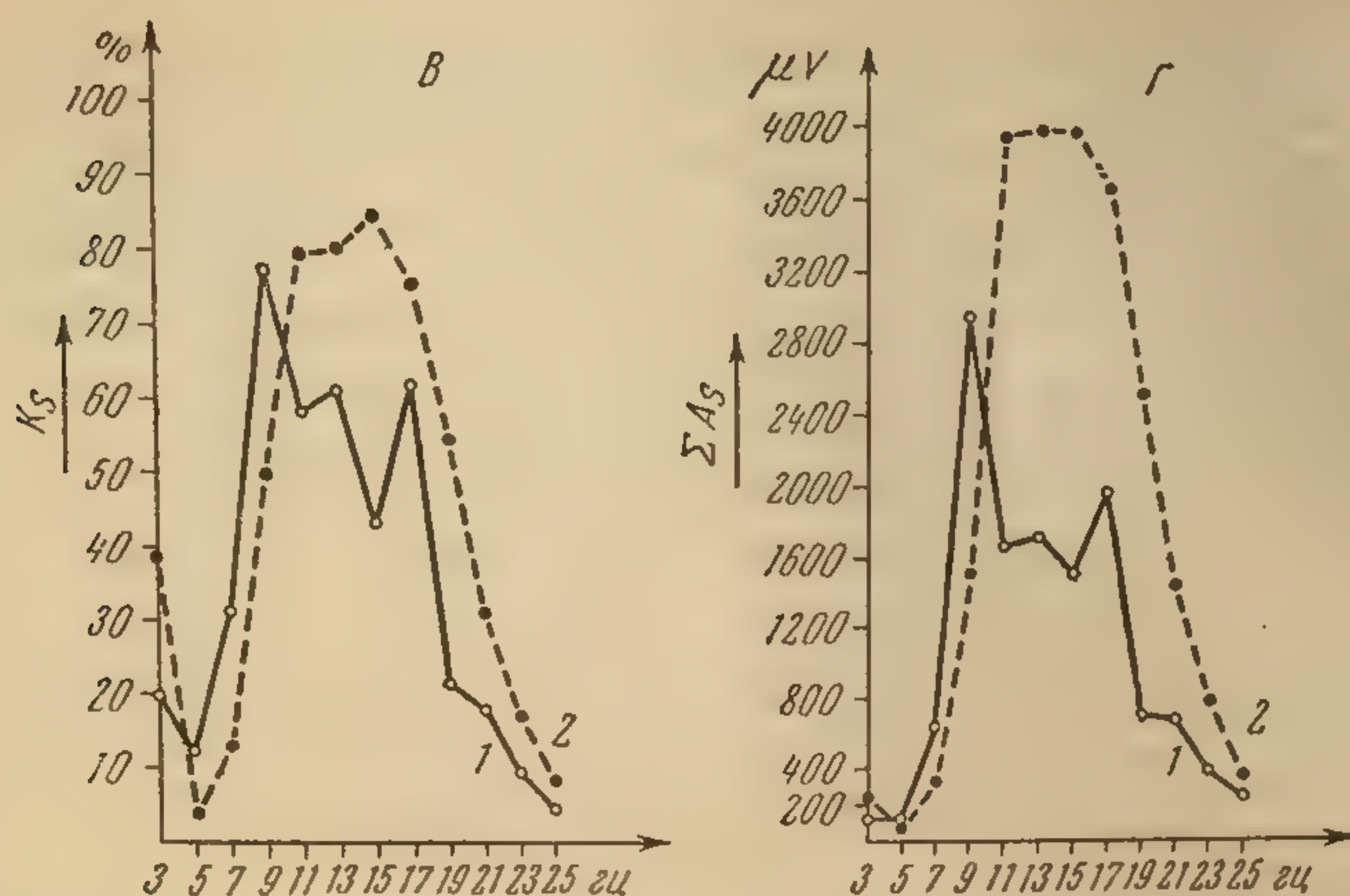


Рис. 32. Исследование реактивных потенциалов Вани Р., 14 лет, 25/XII 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

IV главе (см. табл. 9, рис. 16—18), процесс внешней синхронизации усилился за счет вовлечения в него новых нервных элементов. Вследствие такого роста количества нервных элементов, участвующих в процессе внешней синхронизации, определяемой ритмом световых мельканий, заметно выросла после занятий амплитуда реактивных потенциалов. Однако, как мы отмечали в IV главе, при умственном утомлении у Шуры Л. наблюдались спонтанные колебания возбудимости подкорковых центров (сосудистого и дыхательного). Эти колебания, по-видимому, и обусловили периодическое нарушение воспроизведения мозгом частоты световой стимуляции после занятий, что отразилось на показателе K_s , который вычисляется за все 10 секунд стимуляции и отражает общее количество реактивных (синхронизированных) колебаний за это время.

Суммируя результаты изучения Шуры Л., укажем на то, что умственное утомление может вести к колебаниям возбудимости в головном мозгу, которое получает свое выражение в диссоциации показате-

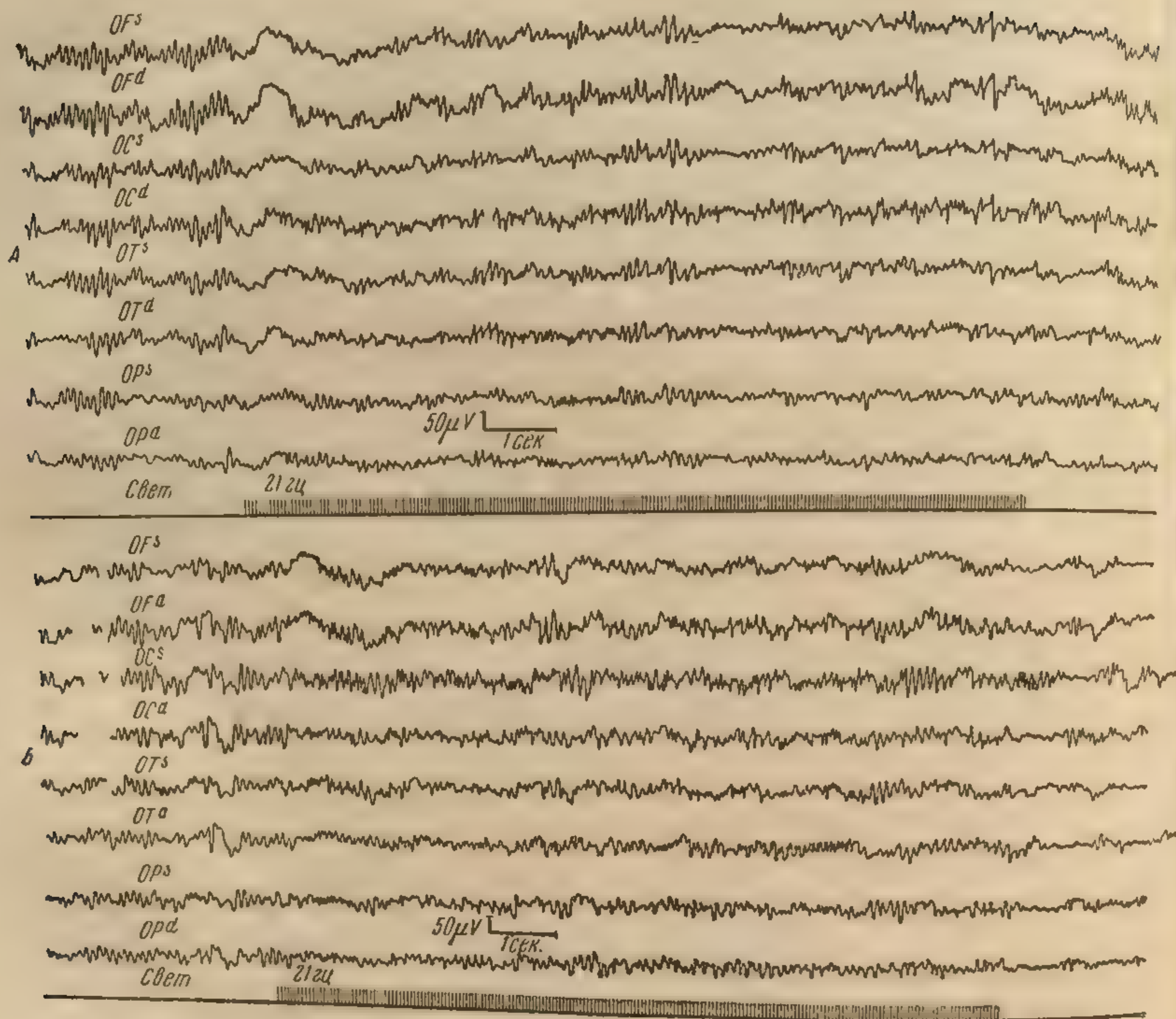


Рис. 33. Продолжение исследования реактивных потенциалов Вани Р. (25/XII 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 31.

лей K_s (уменьшение) и ΣA_s (увеличение) для различных частот реактивных потенциалов.

Следующее исследование, которое мы рассмотрим, было сделано у Юры А., 14 лет, 14/I 1959 г. (ученик 8-го класса). Мальчик быстрый, подвижный, немного неуравновешенный (легко возбуждался), учился хорошо. На электроэнцефалограмме до занятий (рис. 35, А) видно усреднение ритма световых мельканий частотой 19 герц, прерываемое в середине стимуляции, при исходном фоне альфа-ритма 11—11,5 герца.

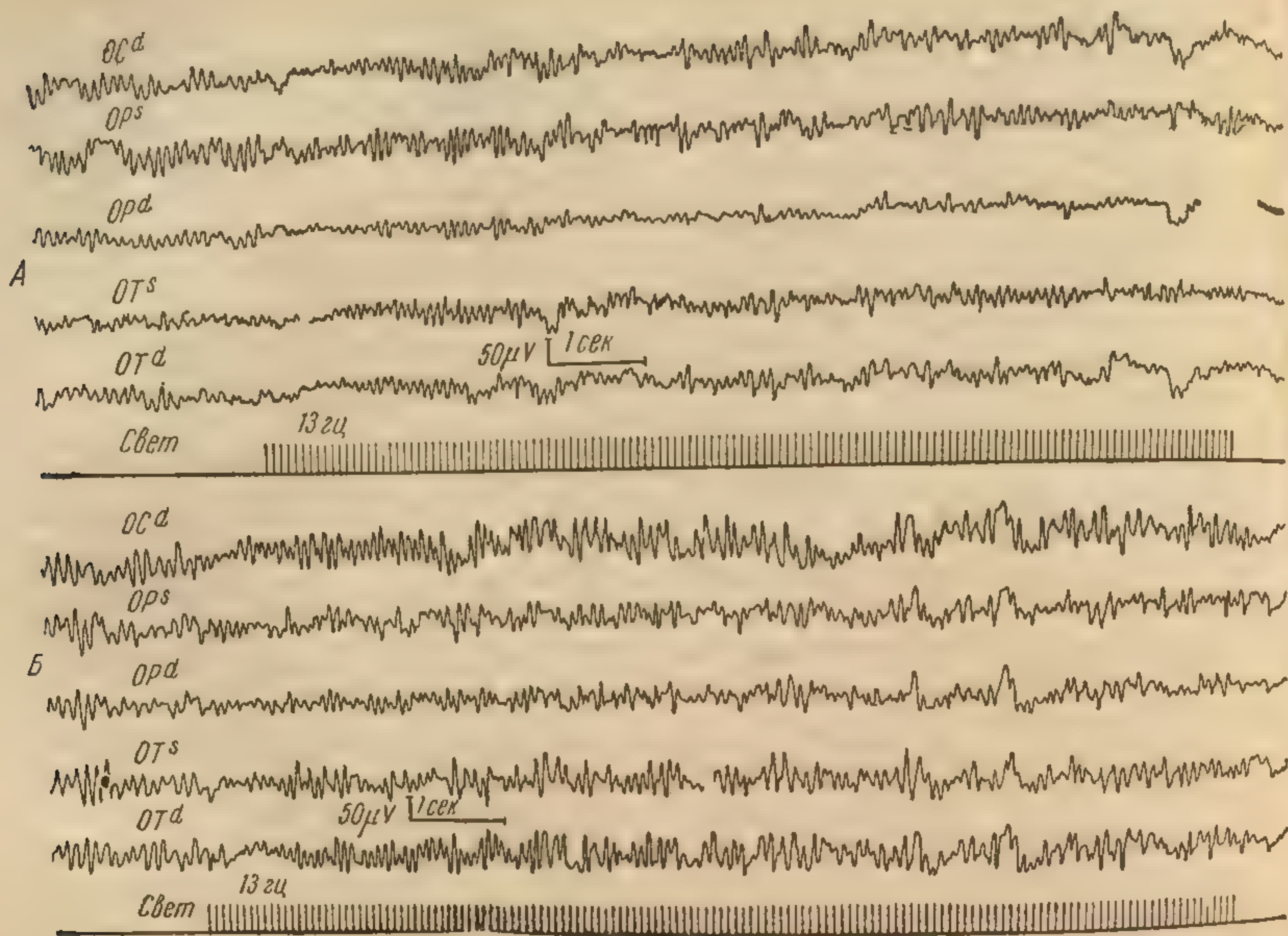
После занятий усвоение заметно улучшилось как по амплитуде, так и по равномерности (рис. 35, Б). Как утром, так и после рабочего дня имеется известная асимметрия (левая сторона усваивает лучше правой). Эта асимметрия, судя по электроэнцефалограмме (в правом и левом затылочно-височных отведениях), после занятий несколько возросла. Графики анализа (рис. 35, В, Г) показывают весьма значительный рост коэффициента синхронизации в верхней половине спектра усваиваемых частот — от 17 до 23 герц. Для частоты 17 герц прирост K_s составлял 45%, 19 герц — 30%, 21 герц — 55%, 23 герц — 30%. После занятий заметно растет и суммарная энергия реактивных потенциалов для частот 7—23 герца, хотя рост имеется по всему спектру усваиваемых мозгом частот раздражений. Для частоты 7 герц ΣA_s увеличивается на 1500 мкв (с 5000 до 6500 мкв), для частоты 9 герц — на 3200 мкв, 11 герц — на 1200 мкв, 13 герц — на 750 мкв, 15 герц — на 2000 мкв, 17 герц — на 3250 мкв, 21 герц — на 3700 мкв.

Суммируя результаты исследования Юры А., укажем на рост при умственном утомлении показателя K_s , особенно значительный в верхней половине спектра. Энергия реактивных потенциалов с развитием умственного утомления увеличилась по всему спектру усваиваемых частот. В это же время у Юры А. отмечалась ясная тенденция увеличения латентного периода зрительно-моторной реакции после учебных занятий и увеличение количества ошибок с уменьшением скорости в корректурной пробе.

Данные корректурной пробы и зрительно-моторной реакции свидетельствовали о развитии тормозных фазовых состояний в головном мозгу и полностью совпадали с результатами, полученными при этих же методиках другими авторами (Антропова, Вараскин, Михайлова, Сальникова, 1955; Антропова, 1958; Вайнруб, 1957, и др.).

Рассмотрим исследование мальчика Юры С., 12 лет, от 15/V 1959 г. Это одно из многих исследований мальчика, отличавшегося любознательностью, спокойствием и любовью к чтению художественной литературы. Изучение у него корково-подкорковых взаимоотношений выявило наличие после занятий тормозных фазовых состояний в коре больших полушарий и угнетение подкорковых образований.

На электроэнцефалограмме, снятой утром до занятий (рис. 36, А), видно недостаточно хорошо выраженное воспроизведение мозгом ритма световых мельканий, лучше выраженное в затылочно-теменном отведении. В фоновой ритмике отсутствует обычно хорошо выраженный у этого ребенка альфа-ритм, так как он перед этим открыл глаза. После 5-часовых занятий в классе (рис. 36, Б) видно усвоение поданного на закрытые глаза ритмического света (альфа-волны в фоновой записи очень хорошо выражены, это усвоение отчетливо видно во всех затылочных отведениях).



Графики анализа показывают увеличение коэффициента синхронизации (рис. 36, В) в верхней части спектра, главным образом в диапазоне частот 11—16 герц. Зона оптимального усвоения лежит немного выше частоты альфа-ритма, равной 10—10,5 герца.

Резко (в 2,4—4,7 раза) возрастает в этой же зоне суммарная энергия реактивных потенциалов (рис. 36, Г). Обычно мы наблюдали меньший рост суммарной энергии реактивных потенциалов.

Таким образом, исследования Юры С. в резкой форме подтвердили основную тенденцию роста показателя ΣA_s при умственном утомлении главным образом в центре спектра усваиваемых мозгом частот ритмического светового раздражителя.

В какой-то степени похожую картину мы наблюдали в исследовании Люси И., 14 лет, от 12/III 1959 г. Уравновешенная и дисциплинированная девочка, Люся хорошо училась. После занятий у нее также наблюдалось увеличение латентного периода зрительно-моторной реакции.

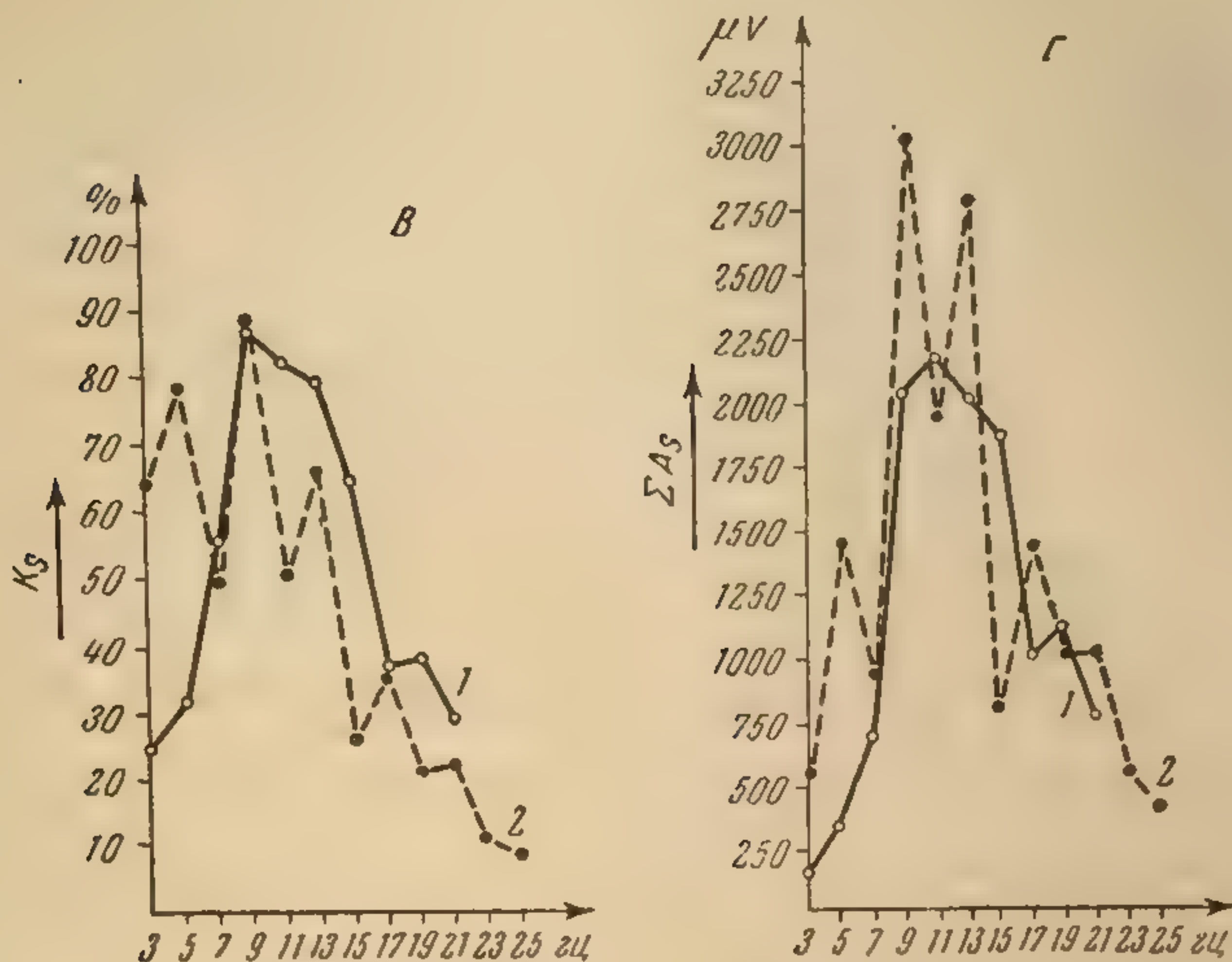


Рис. 34. Исследование реактивных потенциалов Шуры Л., 12 лет.
3/IV 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

увеличивалось количество ошибок в корректурной пробе. Следовательно, результаты изменения двигательной реакции, корректурной пробы указывали на утомление и связанное с ним развитие тормозных состояний в больших полушариях. Это же подтверждалось субъективной оценкой самой девочки.

Исследование электрической реактивности мозга показало, что усвоение ритма утром до занятий имеет место (рис. 37, А), но выражено хуже, чем после всех классных занятий (рис. 37, Б). Особо хорошо усвоение выражено в затылочно-теменном отведении слева. Графики анализа показывают рост коэффициента синхронизации в центре спектра (9—17 герц) усваиваемых частот. Еще больше прирост показателя ΣA_s , который для частоты 11 герц достигает 4250 мкв, а для частоты 15 герц — 3750 мкв, в то время как качество усвоения возрастает лишь на 29%. Таким образом, у Люси И. имеет место не только улучшение процесса внешней синхронизации во времени, что отражено

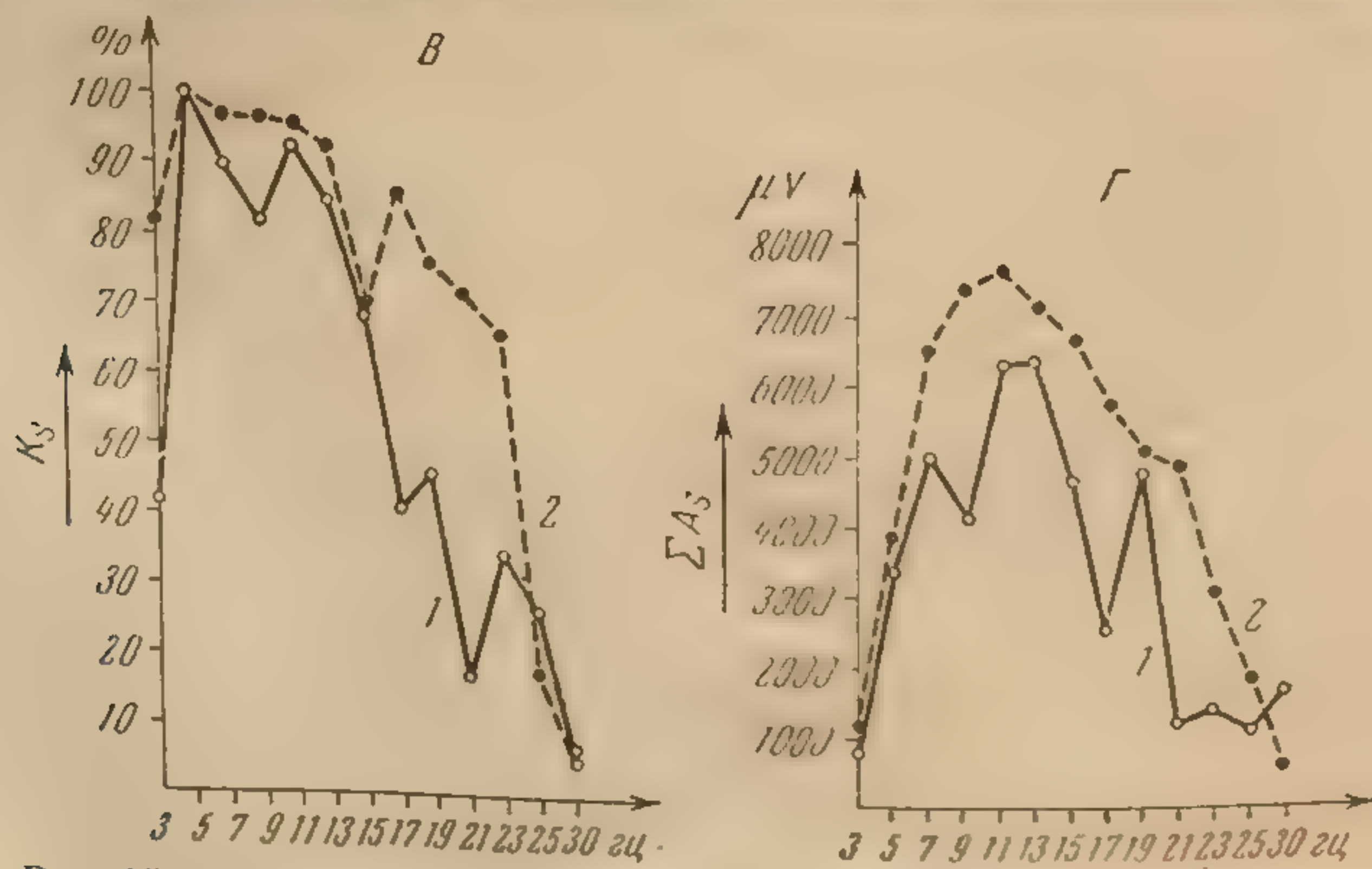
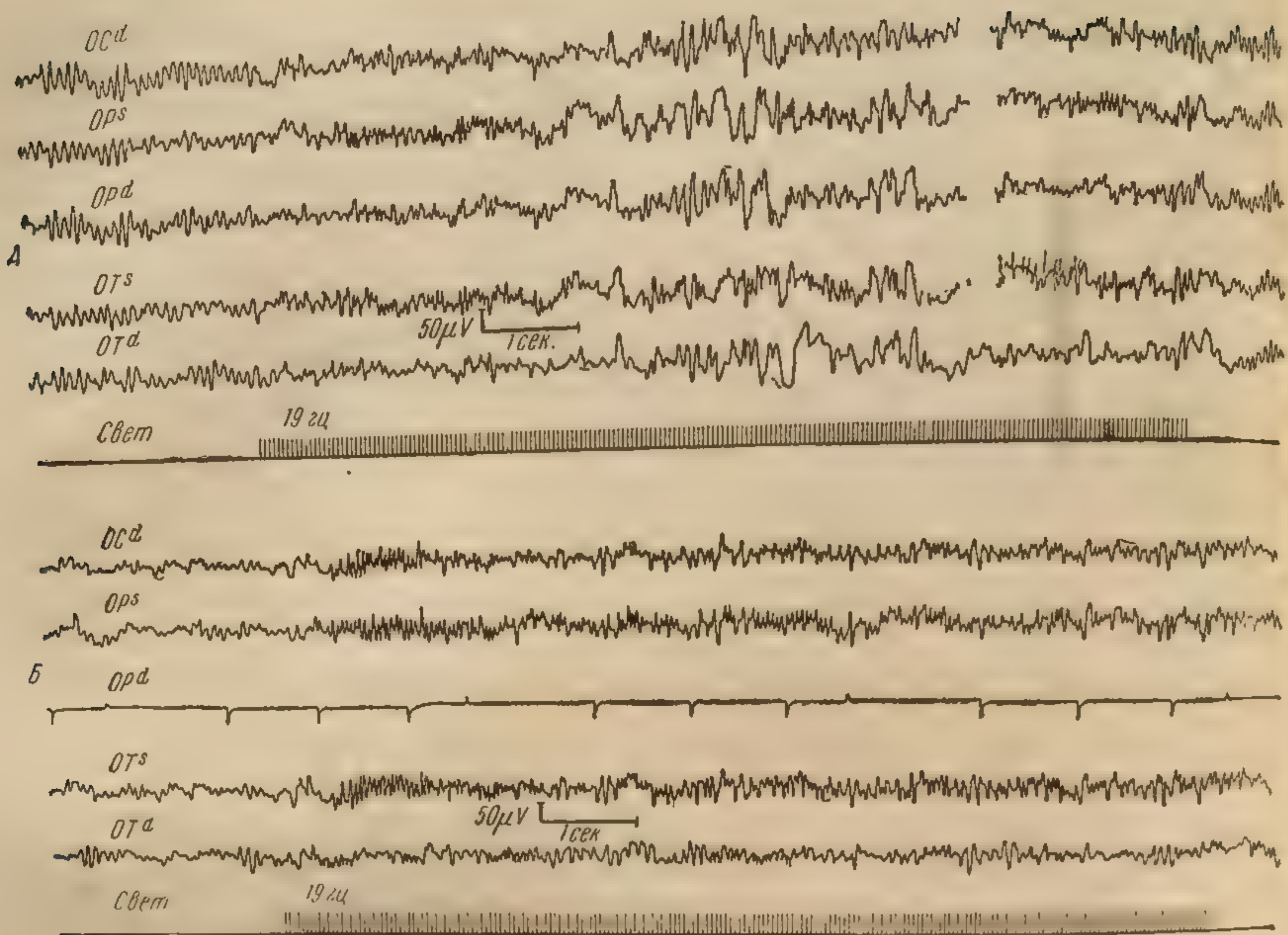


Рис. 35. Исследование реактивных потенциалов Юры А., 14 лет.
14/I 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

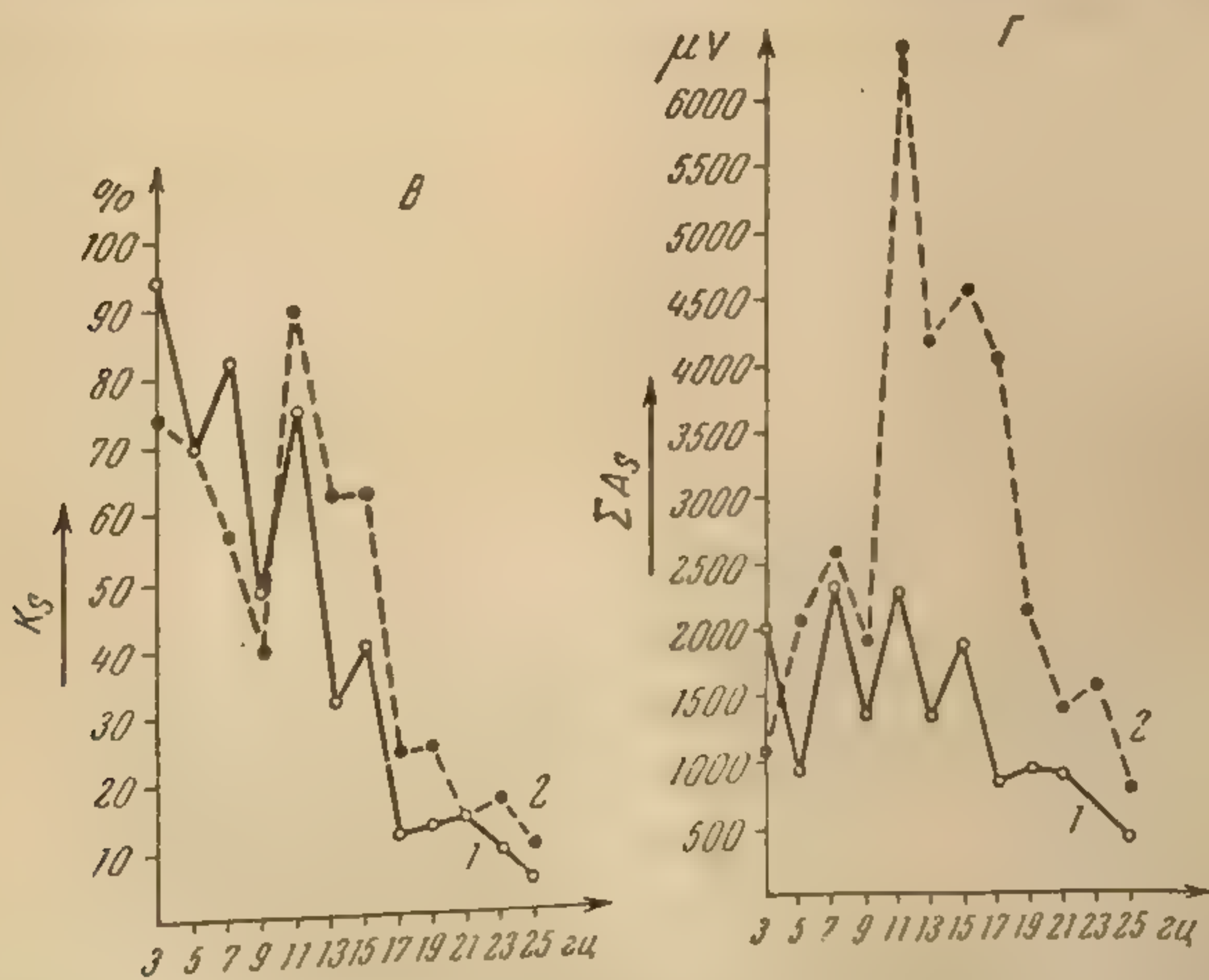
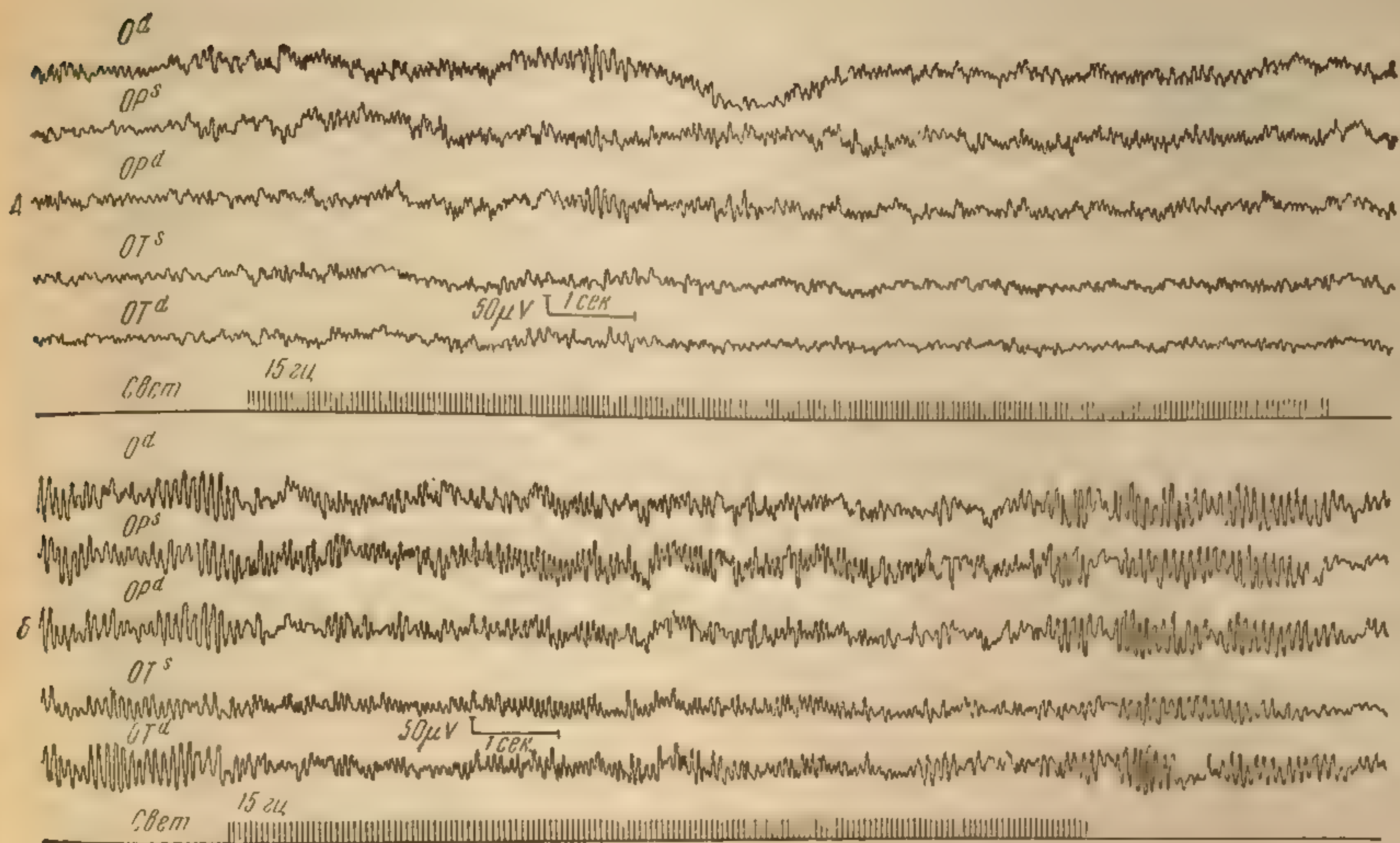
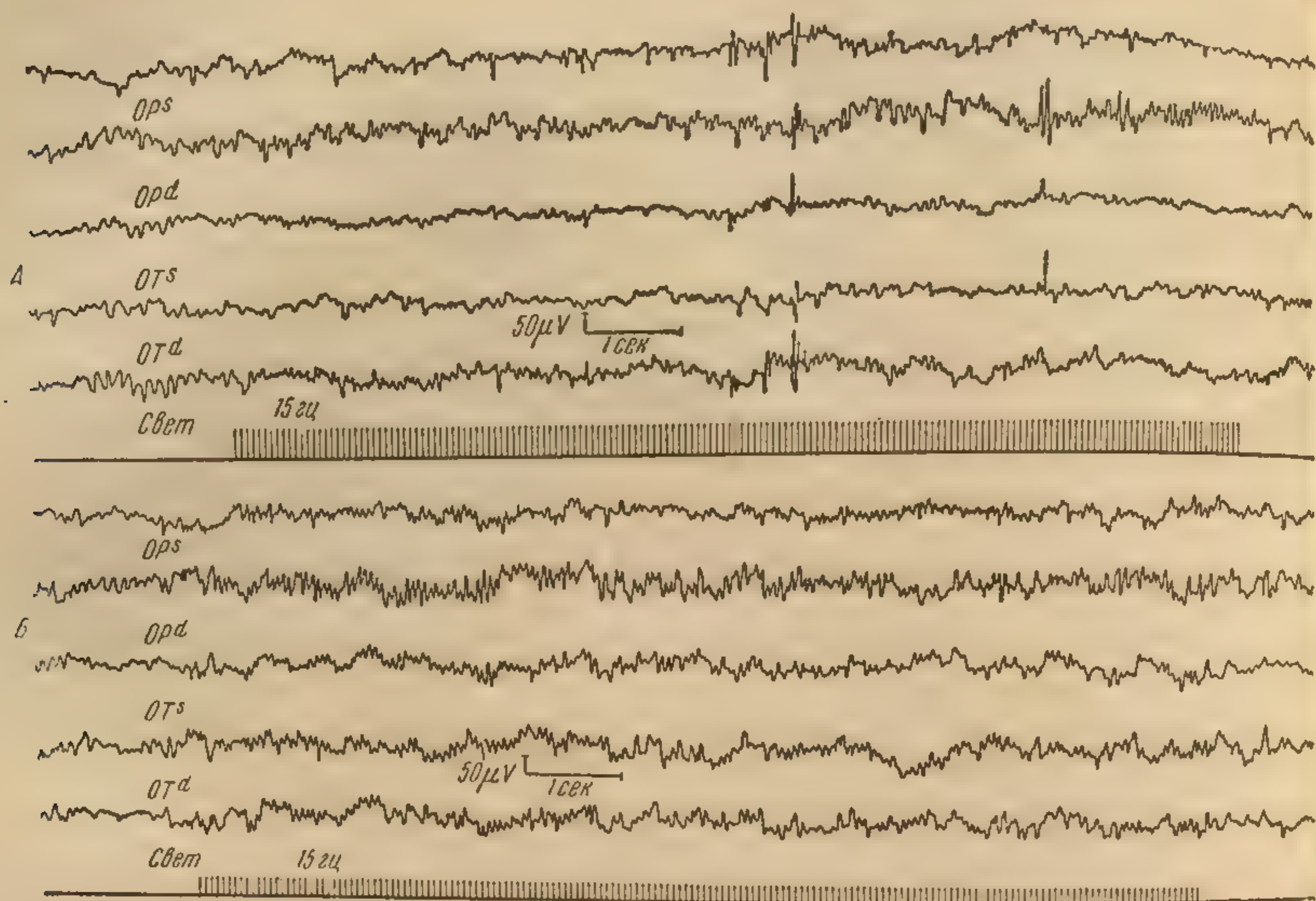


Рис. 36. Исследование реактивных потенциалов Юры С., 12 лет, 5/V 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.



показателем K_s , но и имеется увеличение количества нервных элементов, участвующих в процессе синхронизации, создаваемом афферентными импульсами световой ритмической стимуляции. Только этим можно объяснить такой значительный рост суммарной энергии реактивных потенциалов в центре спектра. Такое же явление имеет место и у Юры С., результаты исследования которого мы рассматривали выше.

Своеобразное изменение спектра реактивных потенциалов при умственном утомлении мы встретили у Оли Л., 14 лет. Очень быстрая, подвижная, уравновешенная, Оля хорошо училась и во всех мероприятиях класса была особо активной. Речь ее была быстрой, но дикция хорошей. Биоэлектрические исследования у Оли проводились многократно.

Вот одно из типичных исследований от 26/II 1959 г. На электроэнцефалограмме до занятий (рис. 38, А) мы видим вполне четкое усвоение частоты 13 герц и значительное более плохое усвоение частоты 17 герц, фоновый альфа-ритм имеет частоту 10—10,5 герца.

После
же хоро
исочных
больше.
дом зать
Граф
В. Г.), чт
(более 9
ней поло
те 17 ге
(62%).
лов, кот
ко в 30
затель
(13 гер
14 Зака

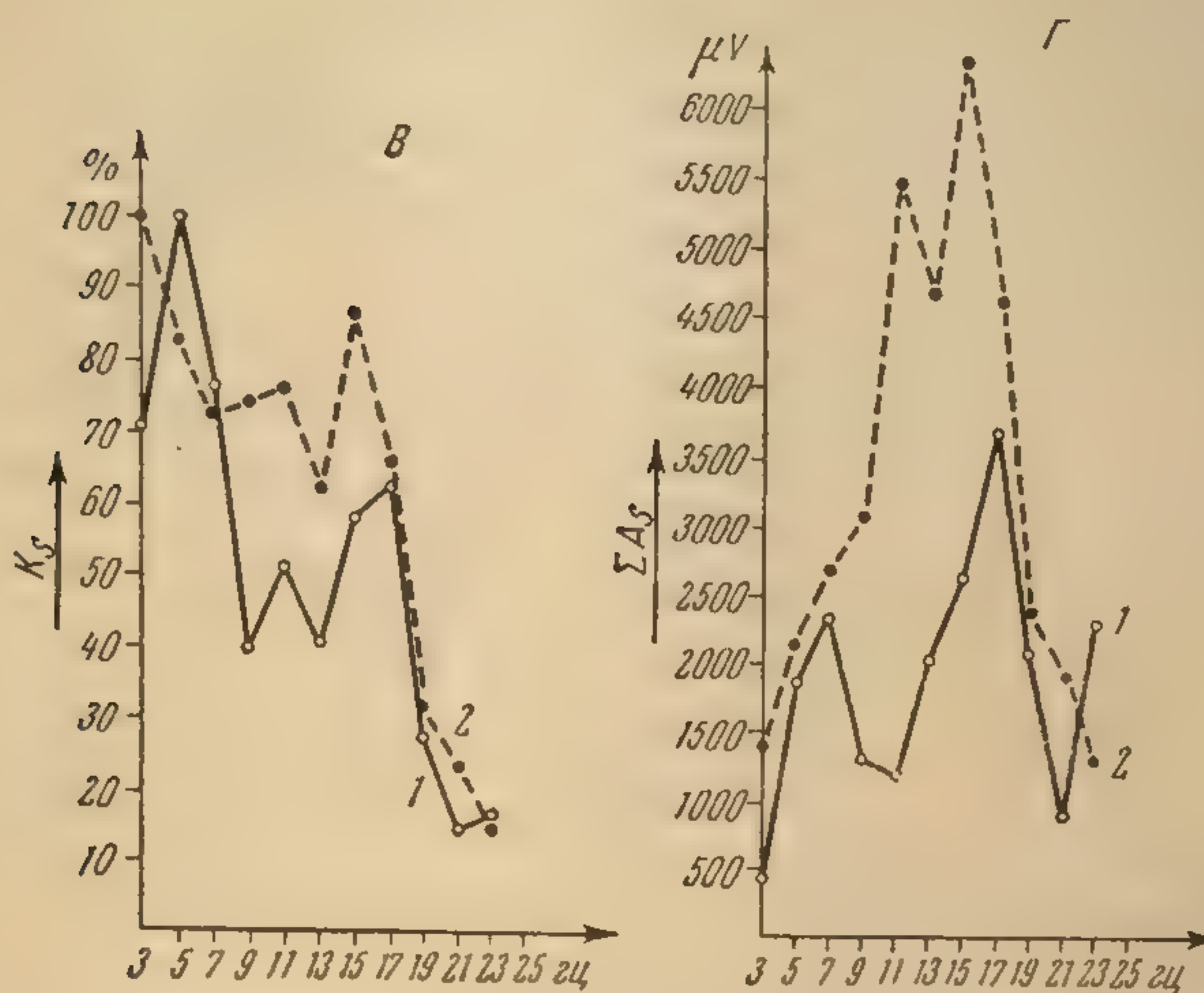
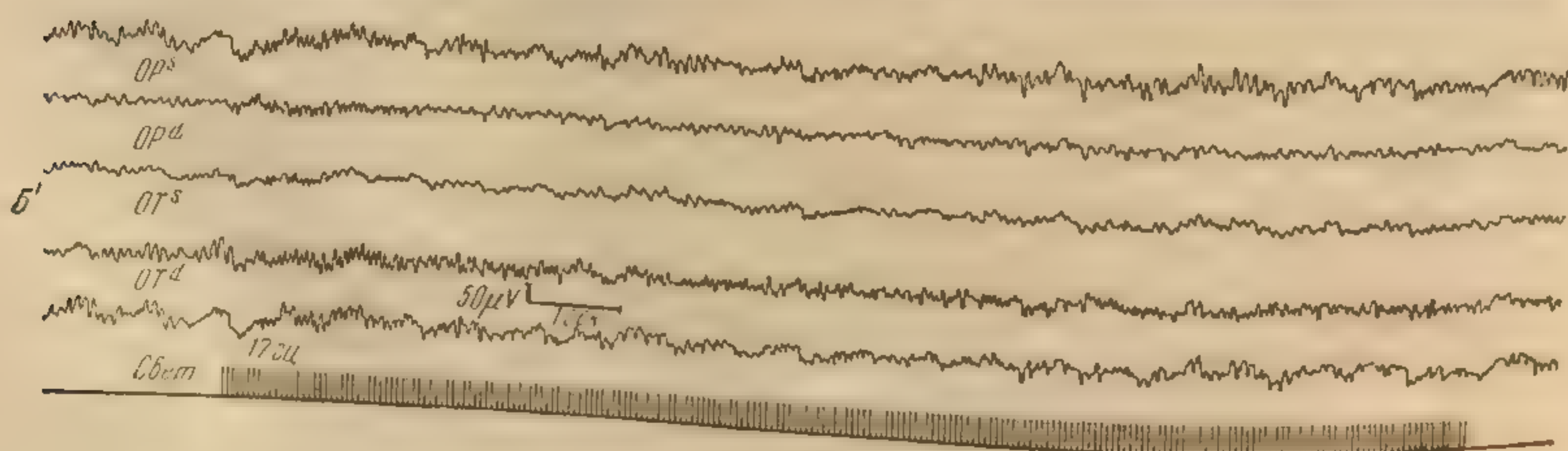
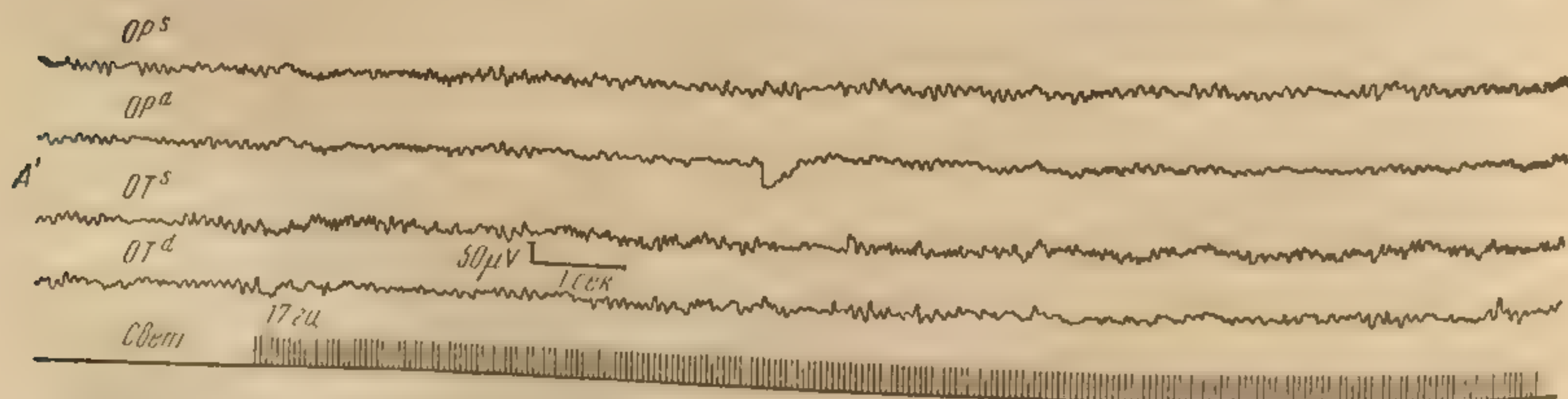
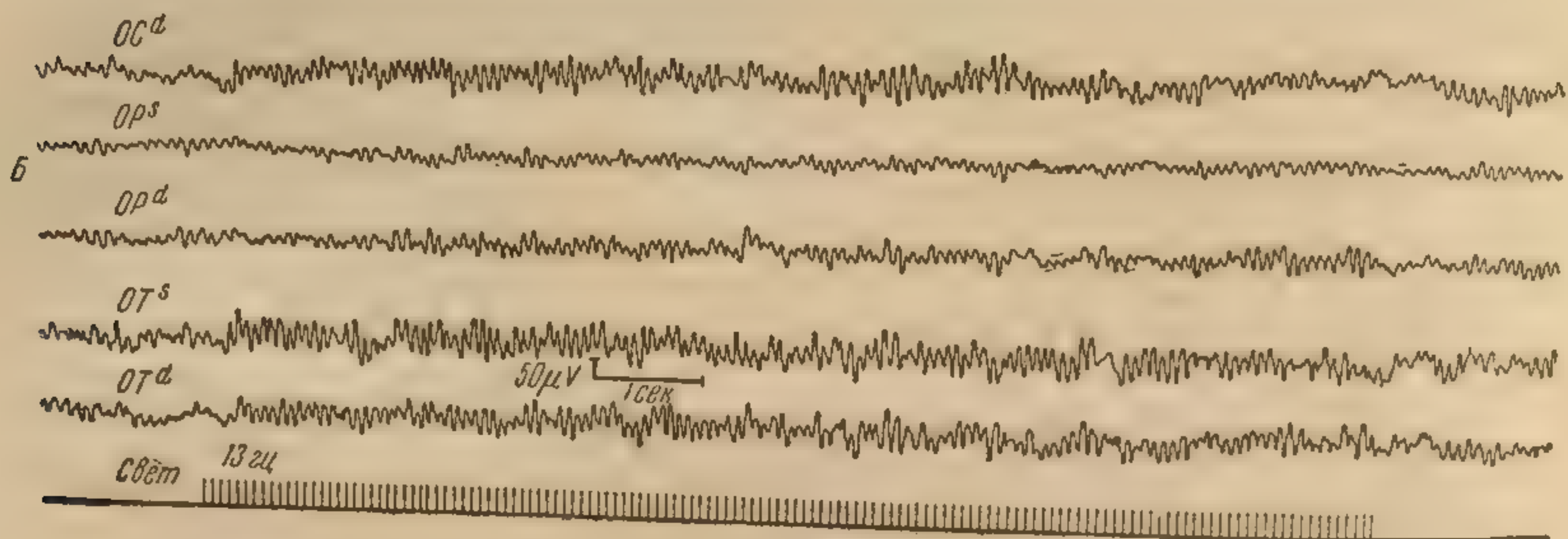
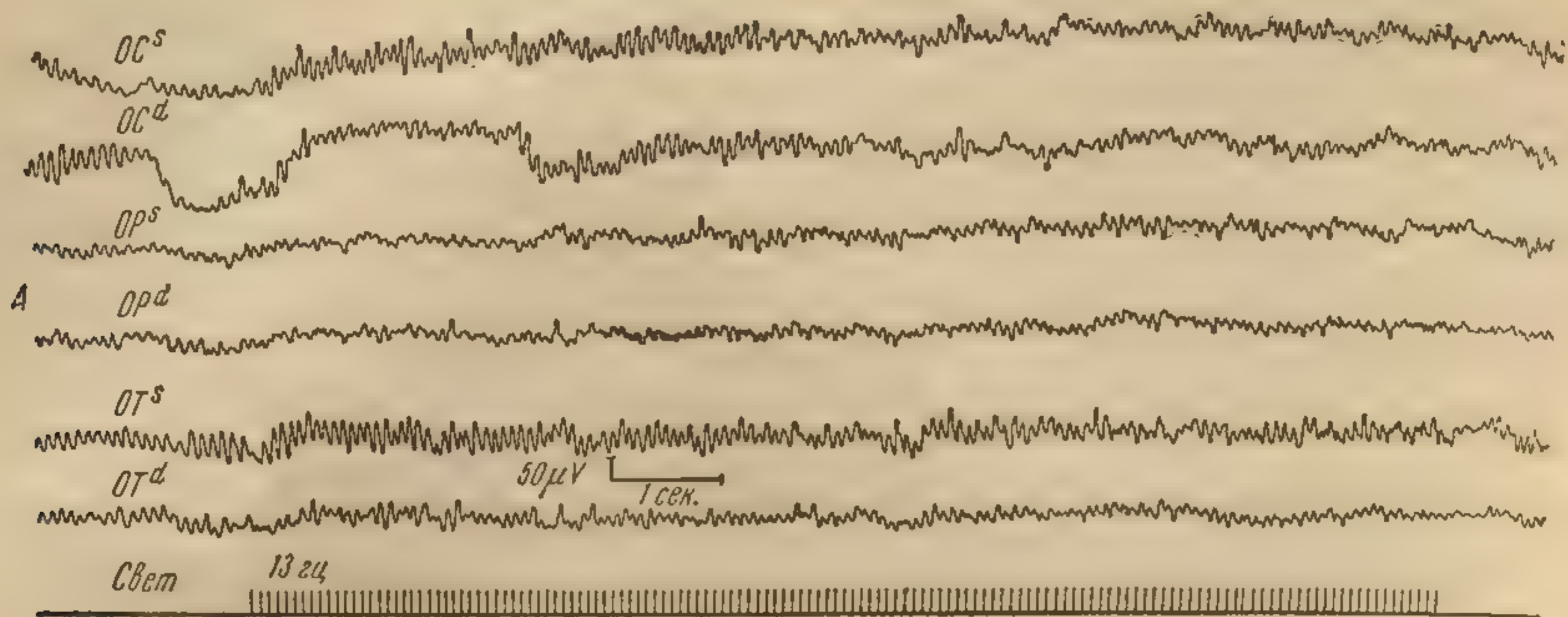


Рис. 37. Исследование реактивных потенциалов Люси И., 14 лет, 12/III 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

После занятий (рис. 38, Б) на электроэнцефалограмме видно такое же хорошее усвоение частоты 13 герц, лучше выраженное в затылочно-височных отведениях, при этом амплитуда реактивных колебаний стала больше. Для частоты 17 герц после занятий наметилось, особенно в левом затылочно-теменном отведении, улучшение качества усвоения.

Графики анализа реактивных потенциалов показывают (рис. 38, В, Г), что коэффициент синхронизации до 15 герц был очень высоким (более 90%) и существенно не менялся после занятий. Однако в верхней половине спектра видно резкое увеличение показателя K_s на частоте 17 герц (46%) и еще большее его увеличение на частоте 23 герца (62%). Это отразилось и на суммарной энергии реактивных потенциалов, которая на частоте 17 герц с 600 мкв поднялась до 2800 мкв. Однако в зоне оптимального усвоения, близкого к альфа-ритму, этот показатель возрос с 3200 до 6600 мкв (11 герц) и с 2750 до 5850 мкв (13 герц).



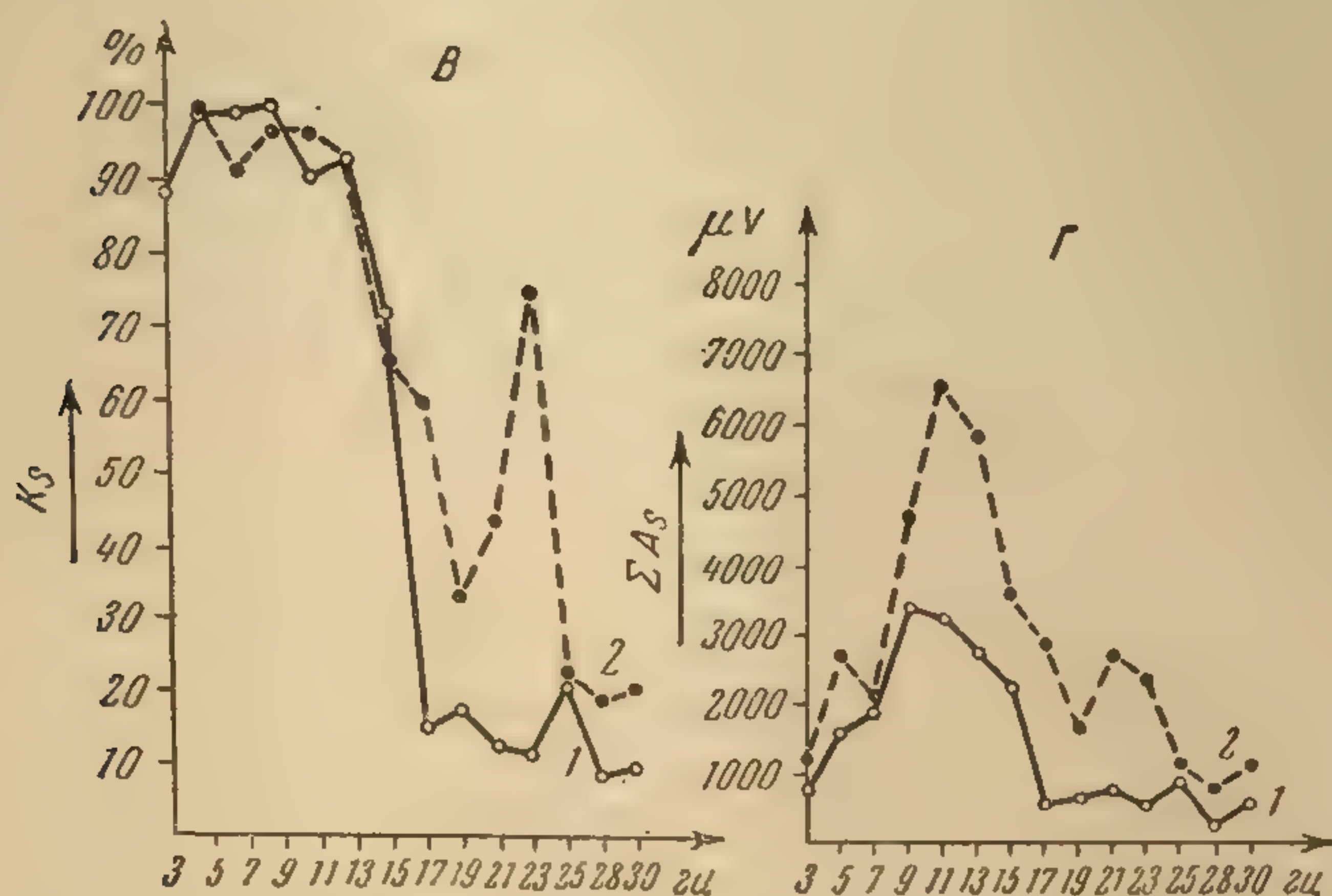


Рис. 38. Исследование реактивных потенциалов Оли Л., 14 лет, 26/II 1959 г.

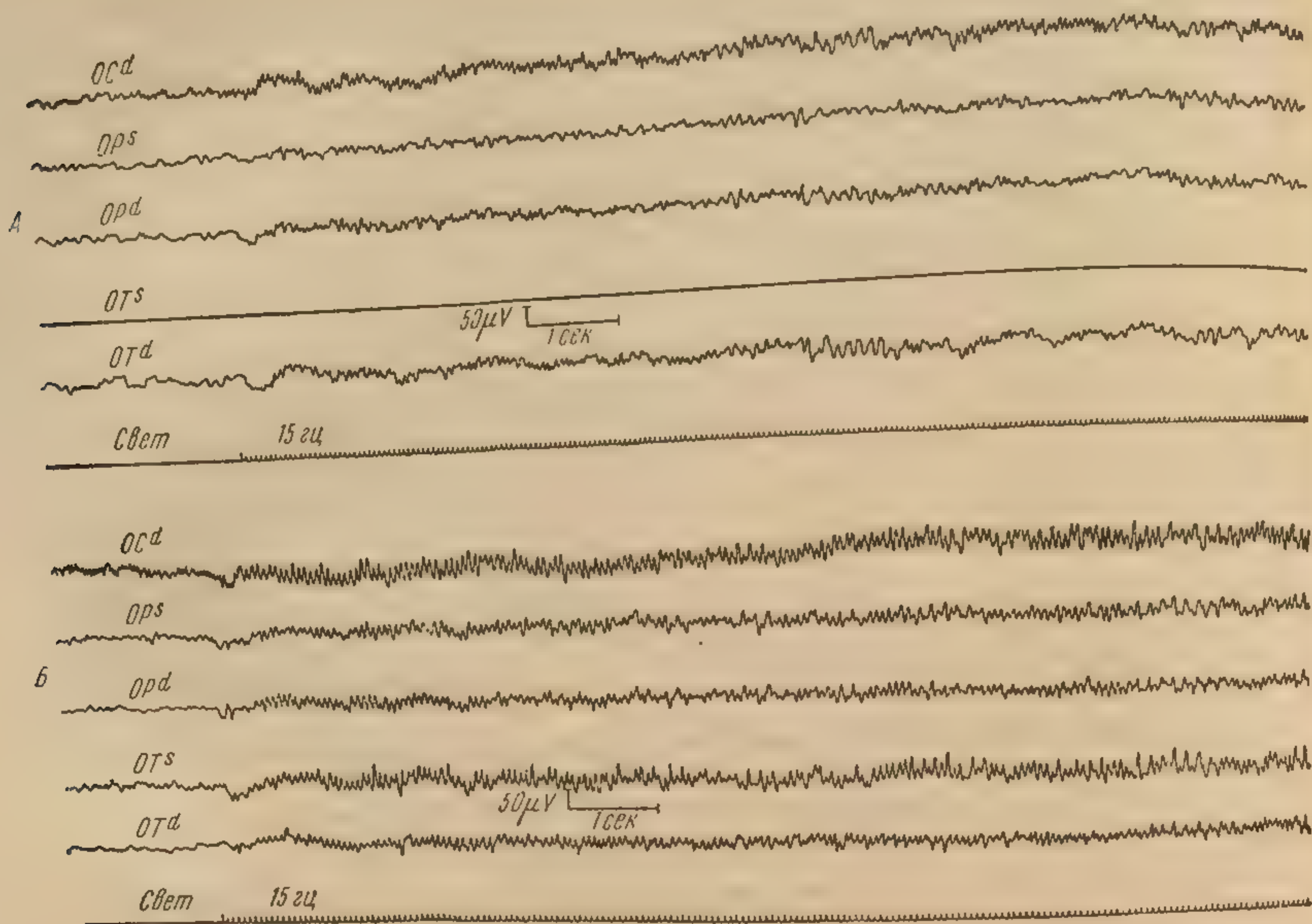
A_1 — электроэнцефалограмма до классных занятий; B_1 — после классных занятий.

Остальные обозначения те же, что на рис. 31.

Суммируя результаты исследования Оли Л., укажем, что после занятий у нее наблюдался большой рост (вдвое) энергии реактивных потенциалов в центре спектра, а затем отмечался подъем кривой показателя ΣA_s в высокой части спектра — на частоте 21—23 герца, что отражало прирост коэффициента синхронизации на 62% (частота 23 герца). В этом заключалось своеобразие изменения спектра реактивных потенциалов после занятий у этой девочки.

У другой девочки, Любы С., 14 лет, после занятий мы встретились с явлением сдвига спектра реактивных потенциалов вправо, а также с подъемом обоих показателей в высокой части спектра.

Люба С. училась вместе с Олей Л. в 8-м классе и отличалась большим спокойствием, уравновешенностью и некоторой медлительностью. Училась хорошо. Реактивные потенциалы мозга исследовались у нее многократно. Вот одно из таких исследований от 8/V 1959 г. На электроэнцефалограмме до занятий (рис. 39, А) видно вполне удовлетворительное усвоение частоты 15 герц. В фоновой записи плохо выраженный альфа-ритм. После занятий отмечается значительное улучшение качества усвоения этой частоты стимуляции и особенно обращает на себя внимание возрастание амплитуды вызванных потенциалов



(рис. 39, Б). Графики анализа (рис. 39, В, Г) показывают, что после занятий наметился сдвиг кривой коэффициента синхронизации вправо, т. е. в высокую часть спектра. Если до занятий лучше всего K_s выражен для частот 5—13 герц, то после занятий — 7—15 герц. В частности, для частоты стимуляции 15 герц (электроэнцефалограмма представлена на рис. 39) этот показатель увеличился с 71 до 96%.

Одновременно с 11 до 59% этот показатель увеличился при стимуляции частотой 21 герц и с 14 до 40% — при стимуляции частотой 23 герца. Аналогичную картину мы видим в графике показателя суммарной энергии реактивных потенциалов. Имеется сдвиг кривой вправо. При частоте стимуляции 15 герц показатель энергии после занятий увеличивается с 2800 до 4900 мкв, а для частоты стимуляции 21 герц — с 375 до 2825 мкв.

Таким образом, у Любы С. наблюдался после занятий сдвиг спектра усваиваемых частот несколько вправо, т. е. в сторону высокой части

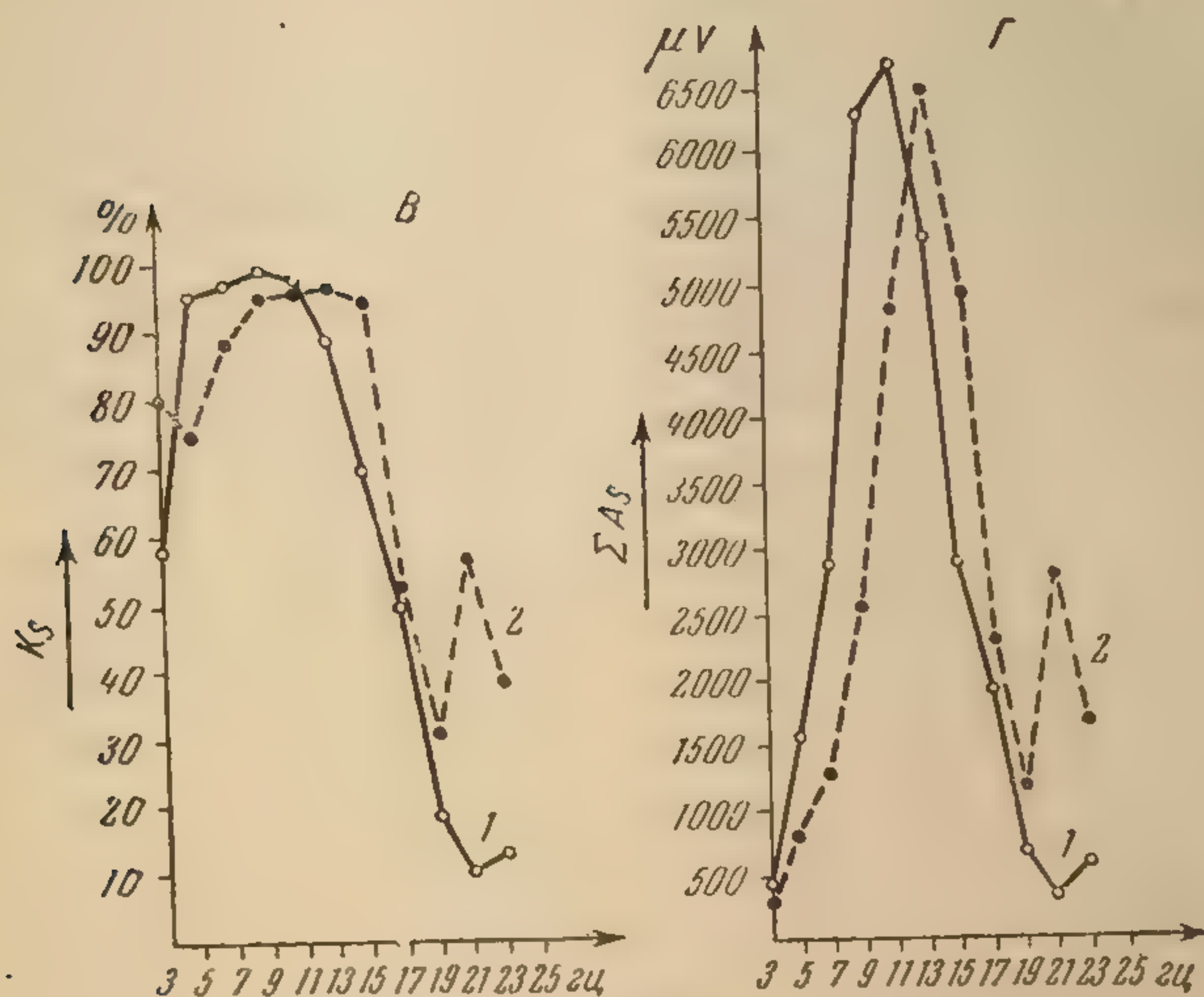
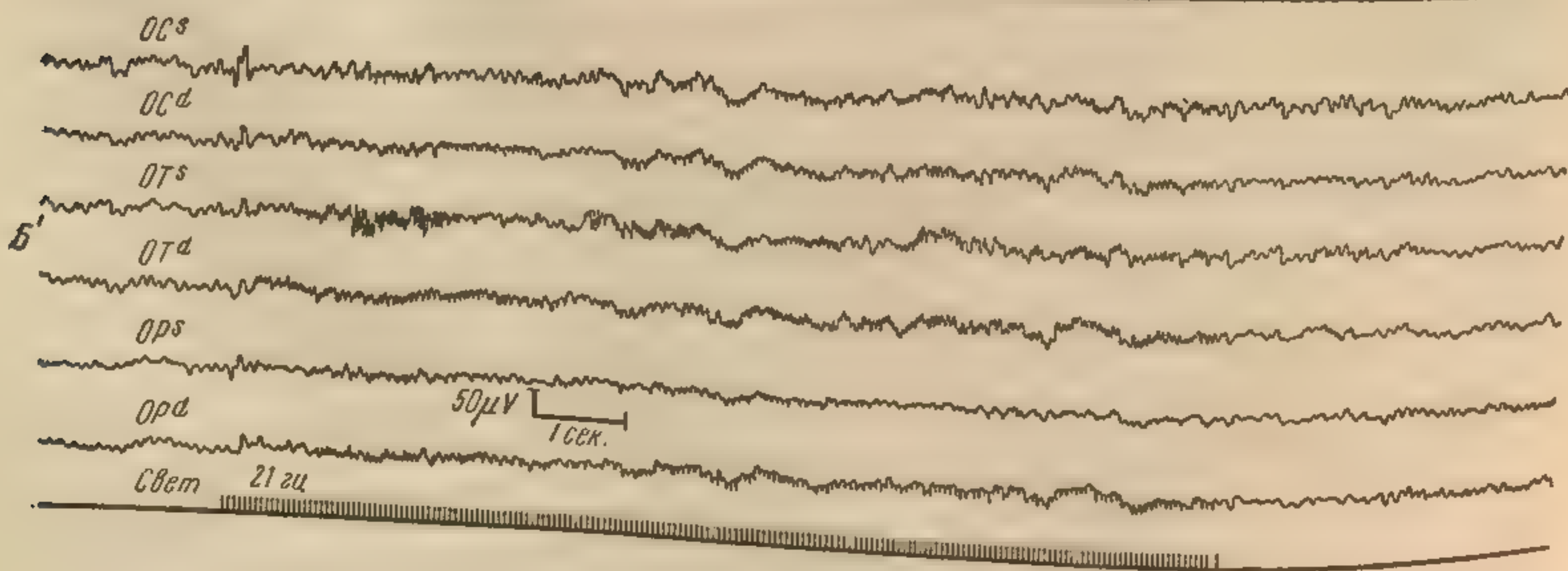
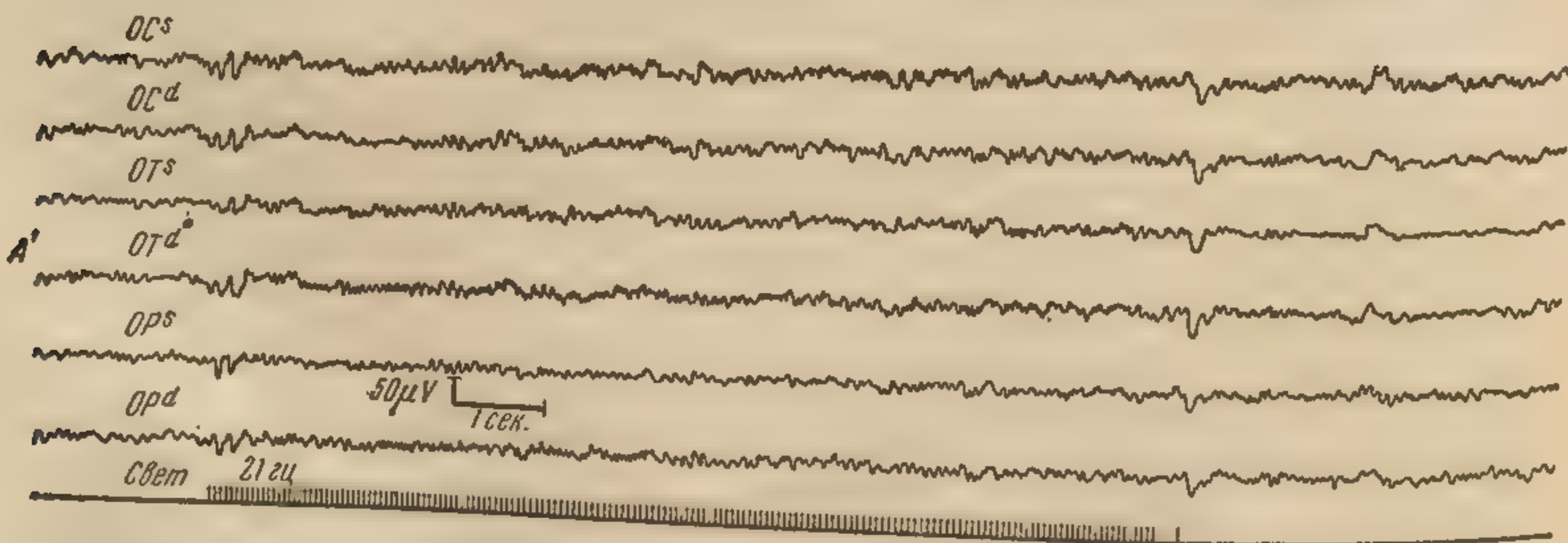
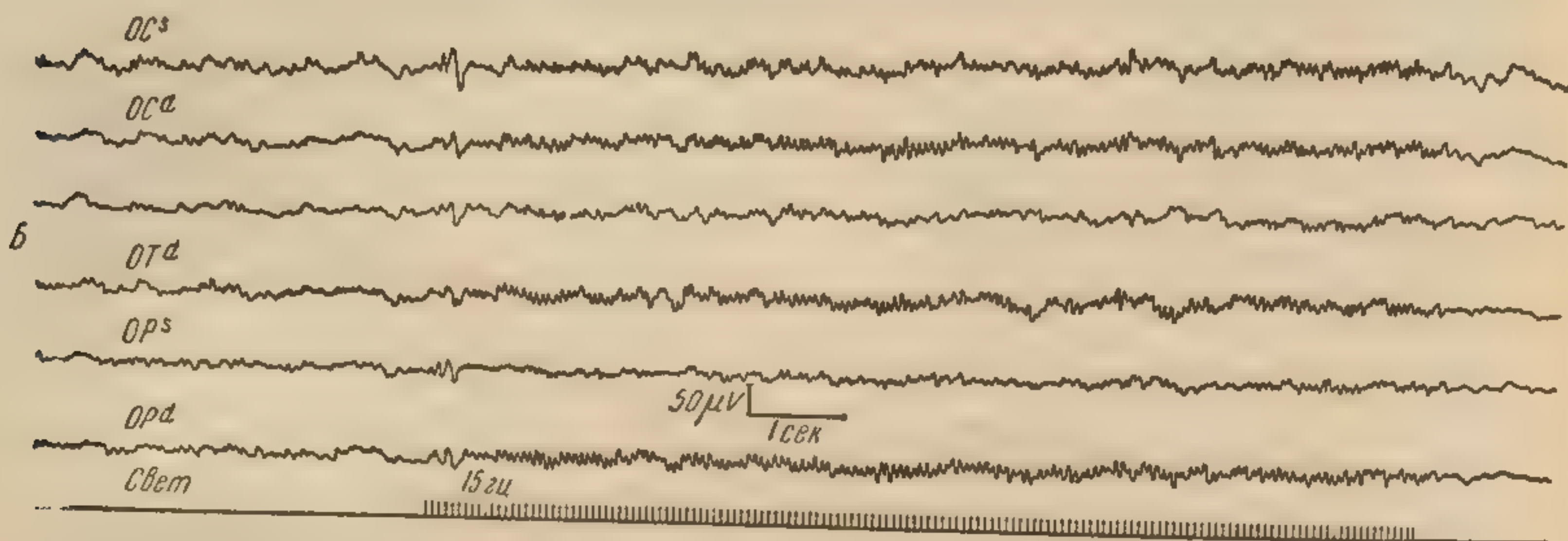
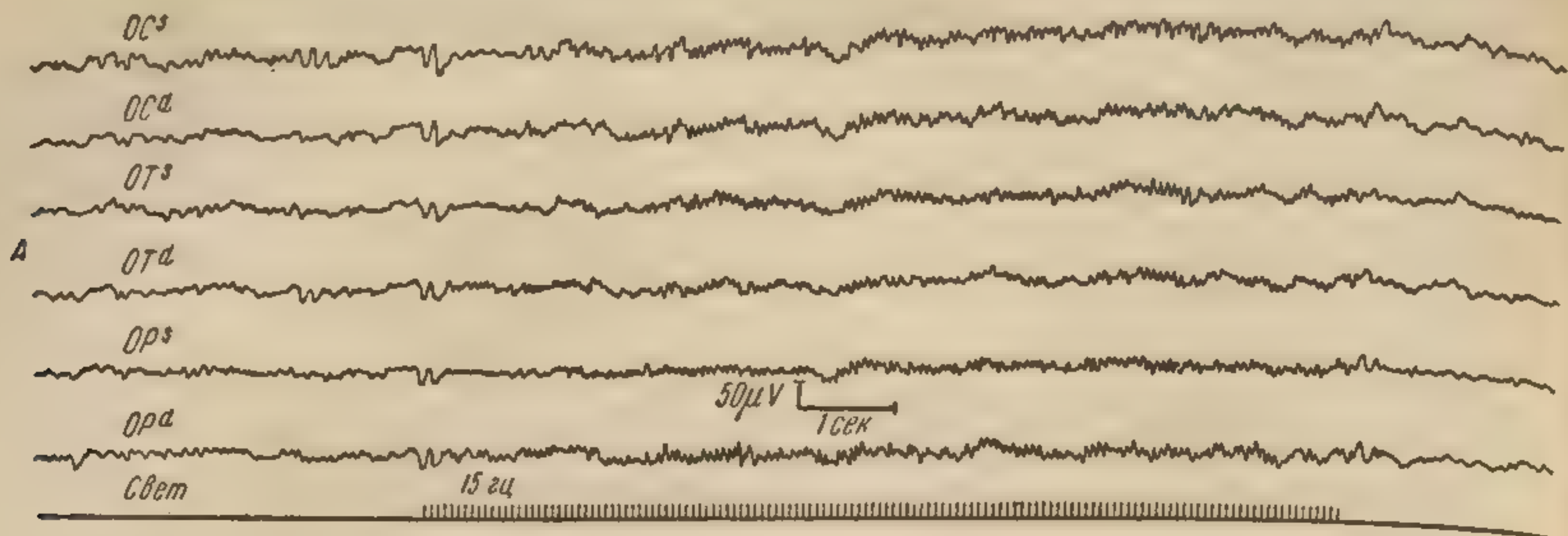


Рис. 39. Исследование реактивных потенциалов Любы С., 14 лет, 8/V 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

спектра, а также после занятий наблюдался как и у Оли Л., подъем кривой обоих показателей в высокой части спектра, имевший для K_s и ΣA_s однозначный характер.

Более пестрая картина изменения реактивных потенциалов под влиянием умственного утомления наблюдалась у мальчика Андрея К., 13 лет. В исследовании от 24/XI 1961 г. утром до занятий (рис. 40, А) на электроэнцефалограмме видно хорошее усвоение частоты 15 герц, а на следующей фотографии — частоты 21 герц. Доминирующий ритм в фоне представлен плохо выраженным альфа-ритмом (волны последнего редуцированы). После занятий (рис. 40, Б) качество усвоения улучшается как для частоты 15 герц, так и для частоты стимуляции 21 герц, вместе с тем отмечается некоторая асимметрия между полушариями. На графиках анализа видно увеличение K_s для частоты стимуляции 15 герц после занятий на 33%, а для частоты 21 герц — на 11%. Соответственно более чем вдвое возрастает после занятий показатель ΣA_s для частоты 15 герц (на 1400 мкв), а для



частот
графи
частот
своеоб
утомл
ривае
ся с у
увели
тенци
этом
ка 1
новр
ных
тель
орне
рив

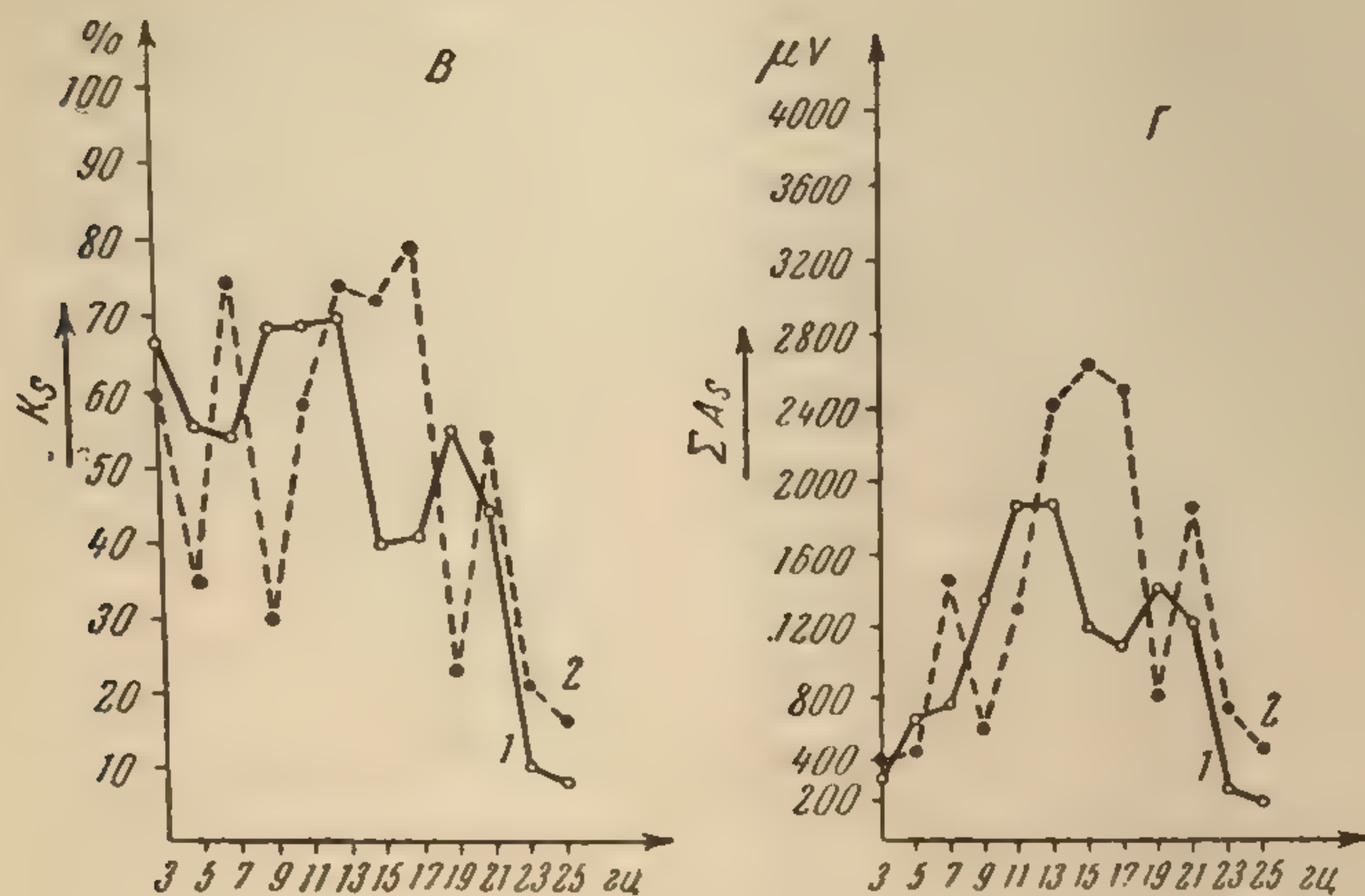


Рис. 40. Исследование реактивных потенциалов Андрея К., 13 лет, 24/XI 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

частоты 21 герц — более чем на 50% (1840 мкв против 1200). В обоих графиках (рис. 40, В, Г) после занятий кривая имеет три вершины: частоты 7 герц, 13—17 герц, 21 герц. Такая пестрая картина говорит о своеобразии изменения процесса внешней синхронизации под влиянием утомления: тенденция количественного и качественного роста рассматриваемых параметров охватывает не все частоты спектра и перемежается с ухудшением синхронизации для частот 5, 9 и 19 герц.

Суммируя результаты исследования Андрея К., подчеркнем, что увеличение обоих показателей процесса синхронизации реактивных потенциалов может носить не сплошной, а прерывистый характер, при этом увеличение чередуется с уменьшением указанных показателей.

Определенный интерес представляет исследование другого мальчика 13 лет — Игоря Н. Исследование от 29/XI 1961 г. происходило с одновременной записью, кроме 12 биполярных (преимущественно связанных с затылочной областью) отведений, кожно-гальванической и дыхательной реакций. До занятий (рис. 41, А) отчетливо видна ориентировочная кожно-гальваническая реакция на раздражение прерывистым светом с латентным периодом 1,7 секунды.

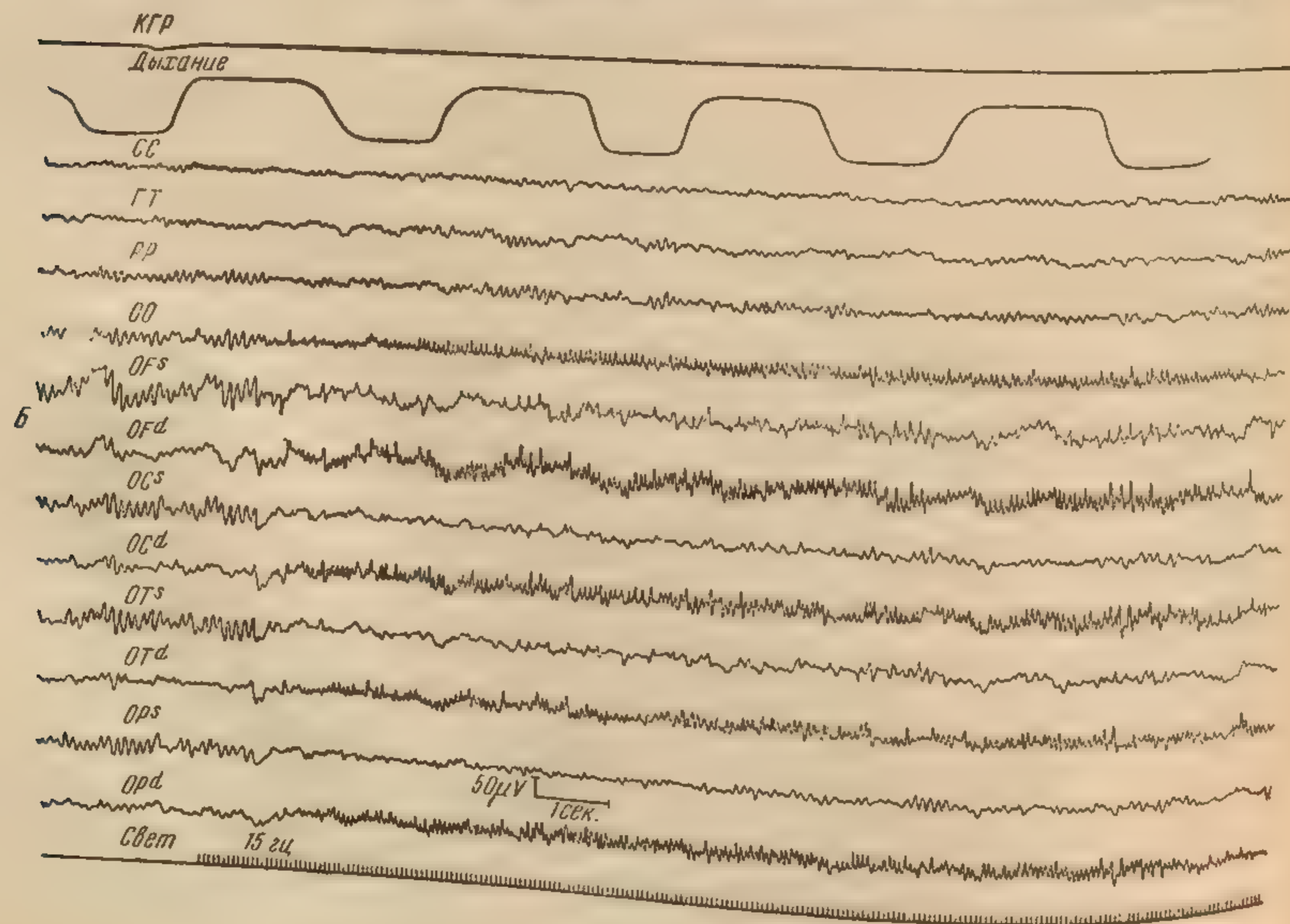
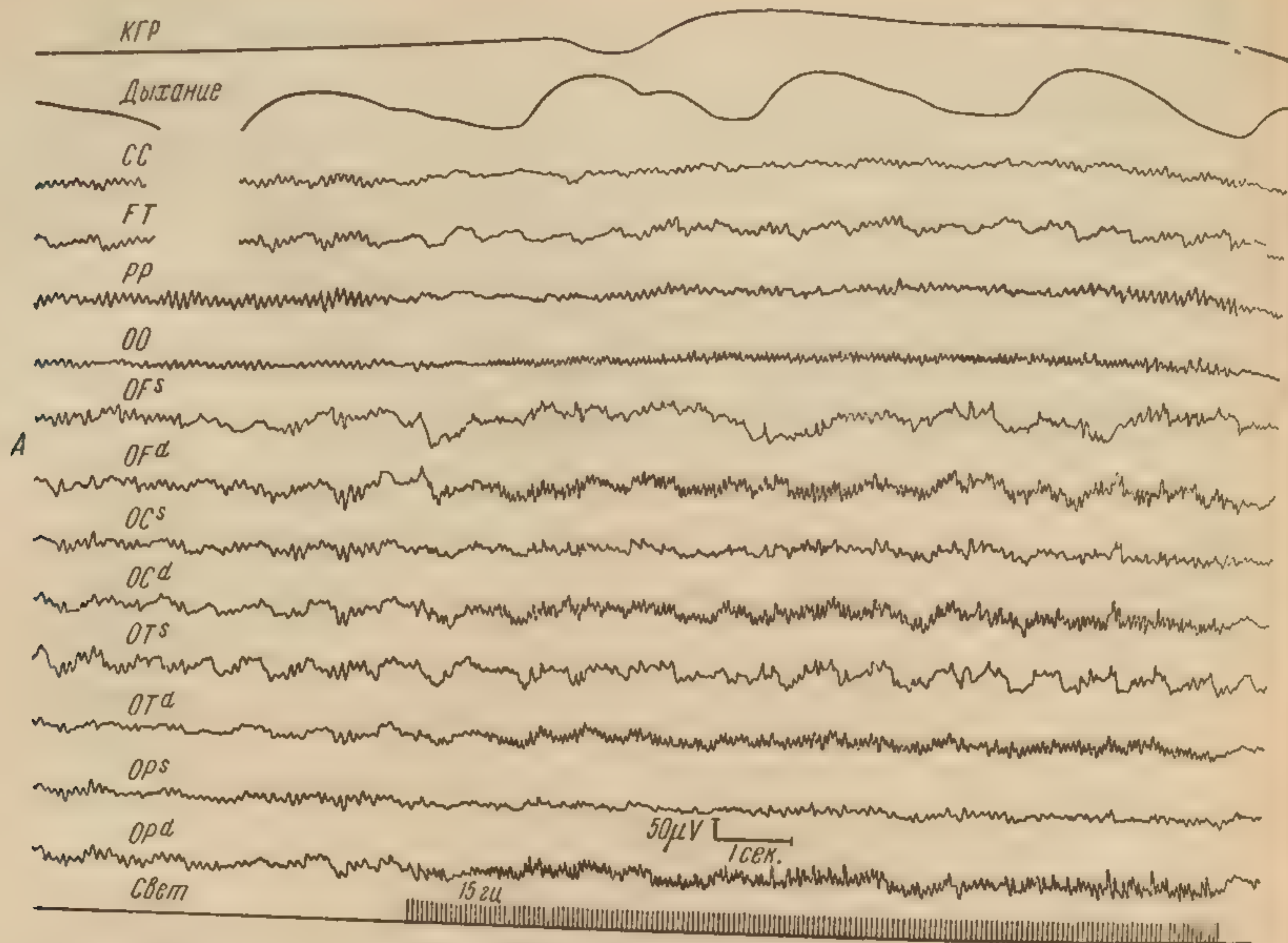


Рис. 41

Период д...
...стой 15 г...
...каналы). Пос...
...ая кожно-га...
...но стало глу...
...так и после...
...жду полу...
...ловых ме...
...а слева — п...
...слушание...
...вос.

В связи...
...оснии свет...
...следования...
...и Гасто (С...
...чук (1958)...
...шариями у...
...шнестве с...

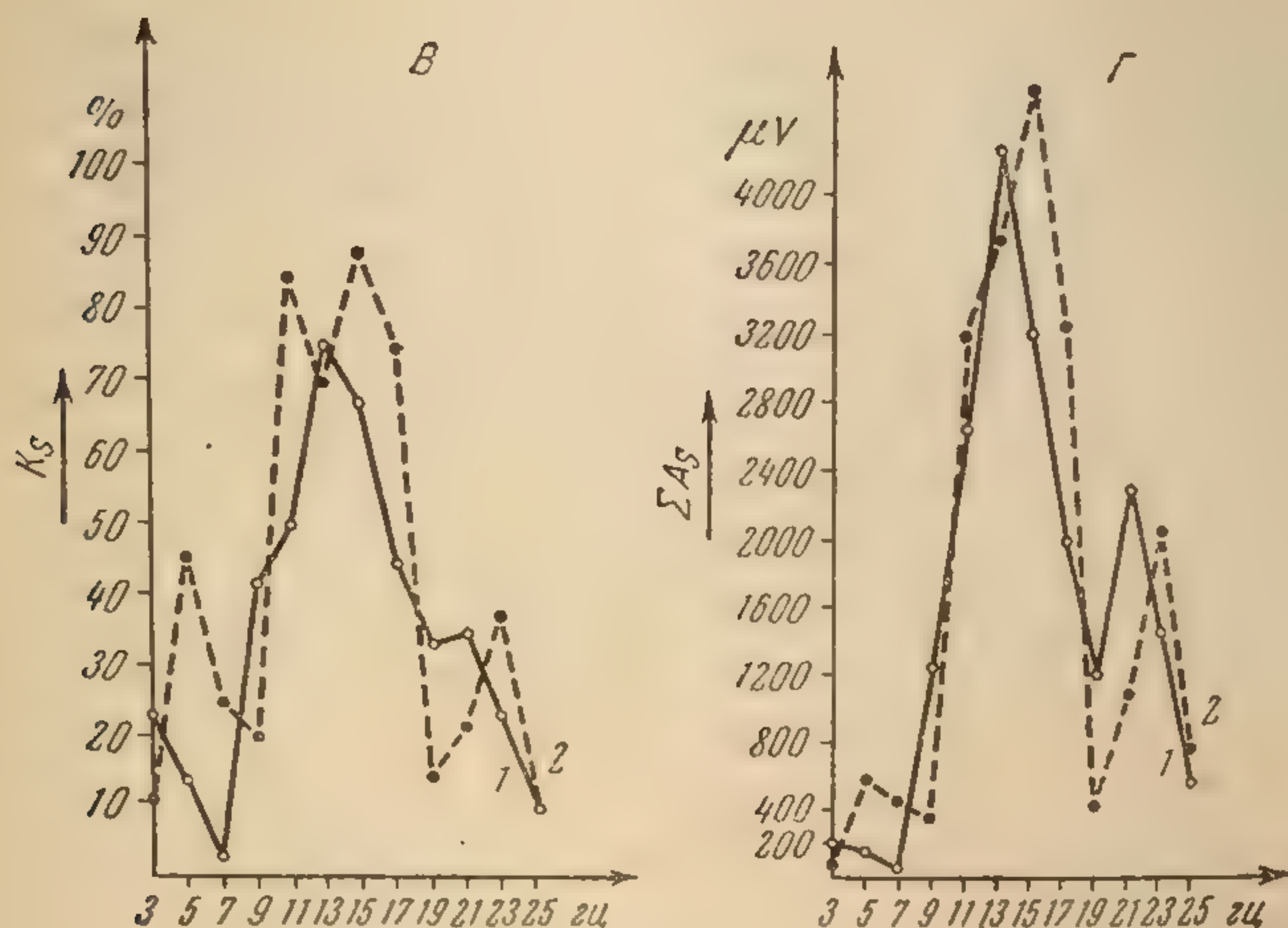
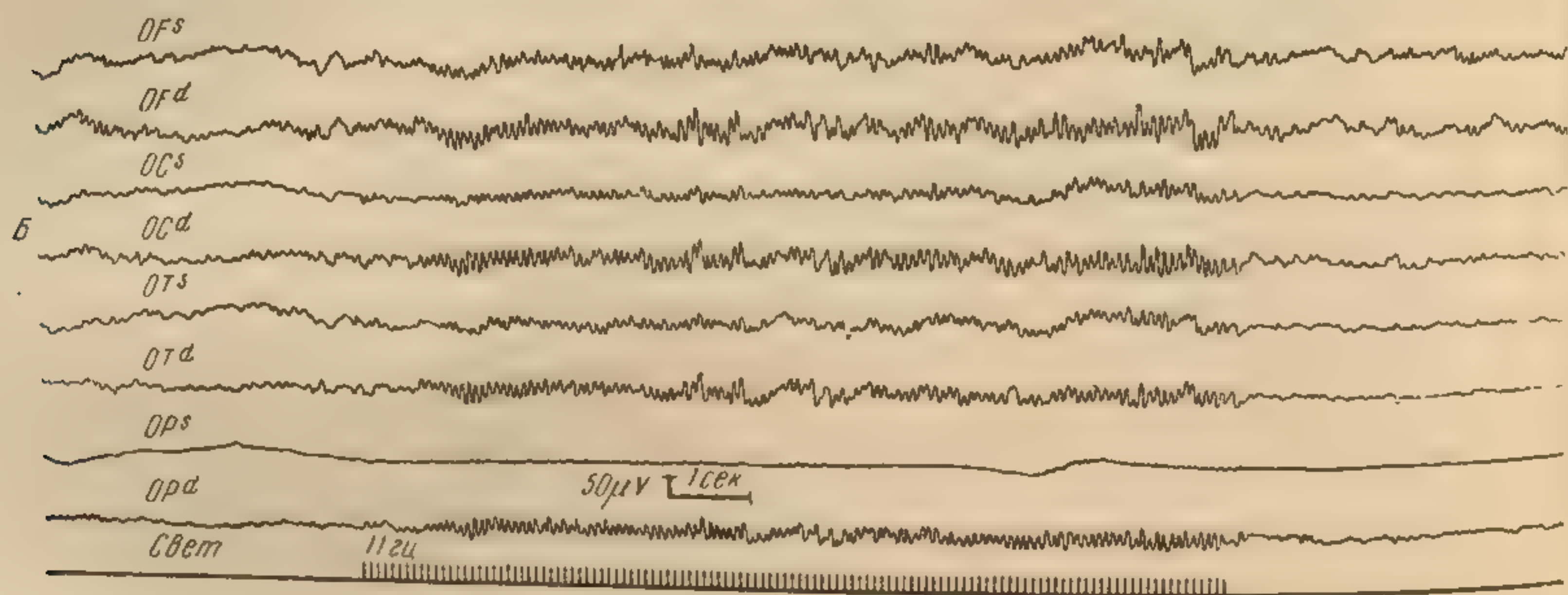
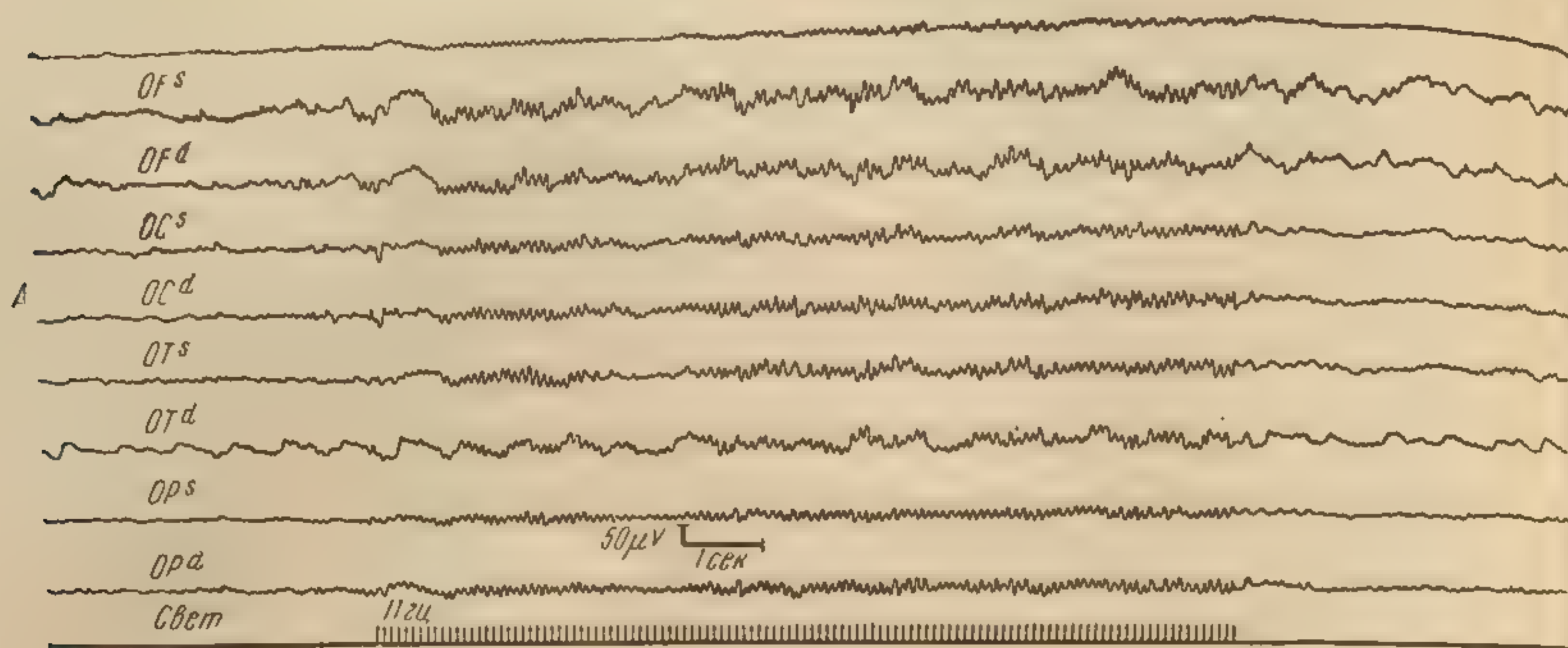


Рис. 41. Исследование реактивных потенциалов Игоря Н., 13 лет, 29/XI 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

Период дыхания около 3 секунд, усвоение ритма световых мерцаний частотой 15 герц выражено во всех затылочных отведениях (6—14-й каналы). После занятий (рис. 41, Б) полностью угнетена ориентировочная кожно-гальваническая реакция, период дыхания остался тот же, но оно стало глубже, усвоение ритма частотой 15 герц улучшилось. Как до, оно стало глубже, усвоение ритма частотой 15 герц улучшилось. Как до, так и после занятий на электроэнцефалограмме видна выраженная асимметрия в воспроизведении частоты между полушариями мозга. Справа реактивные колебания выражены хорошо, световых мельканий: справа реактивные колебания выражены хорошо, а слева — плохо. Как в исследовании Андрея К., так и сейчас правое полушарие лучше воспроизводило ритм световой стимуляции, чем левое.

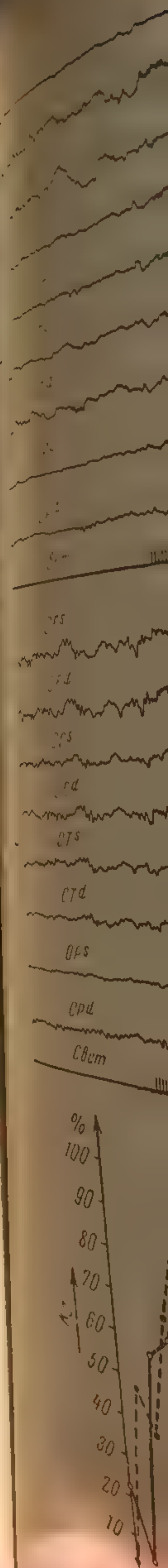
В связи с этим укажем, что асимметрию между полушариями в усвоении световой стимуляции отмечали некоторые авторы. Так, при исследовании усвоения ритма фотостимуляции 13 взрослых людей Корниль и Гасто (Cornil, Gastaut, 1947) у 8 нашли асимметрию. П. В. Мельник (1958) отмечал асимметрию усвоения ритма правым и левым полушариями у 14 детей из 29 в возрасте 9—12 лет. В подавляющем большинстве случаев усвоение было лучше выражено в правом полушарии.



Автор отмечает, что иногда усвоение низких частот было выражено лучше в одном полушарии, а высоких — в другом. Мы также неоднократно отмечали это явление.

П. В. Мельничук считает, что степень выраженности асимметрии не является чем-то постоянным и отражает функциональное состояние симметричных отделов затылочных долей обоих полушарий. Мы полностью согласны с этим мнением.

На графике анализа реактивных потенциалов Игоря Н. (рис. 41, В, Г) видно, что увеличение коэффициента синхронизации после занятий происходит в центральной части спектра (частоты 11—17 герц), в зоне низкой (5 герц) и высокой (23 герца) частот. Для частот 9 и 19—21 герц коэффициент синхронизации после занятий уменьшается.



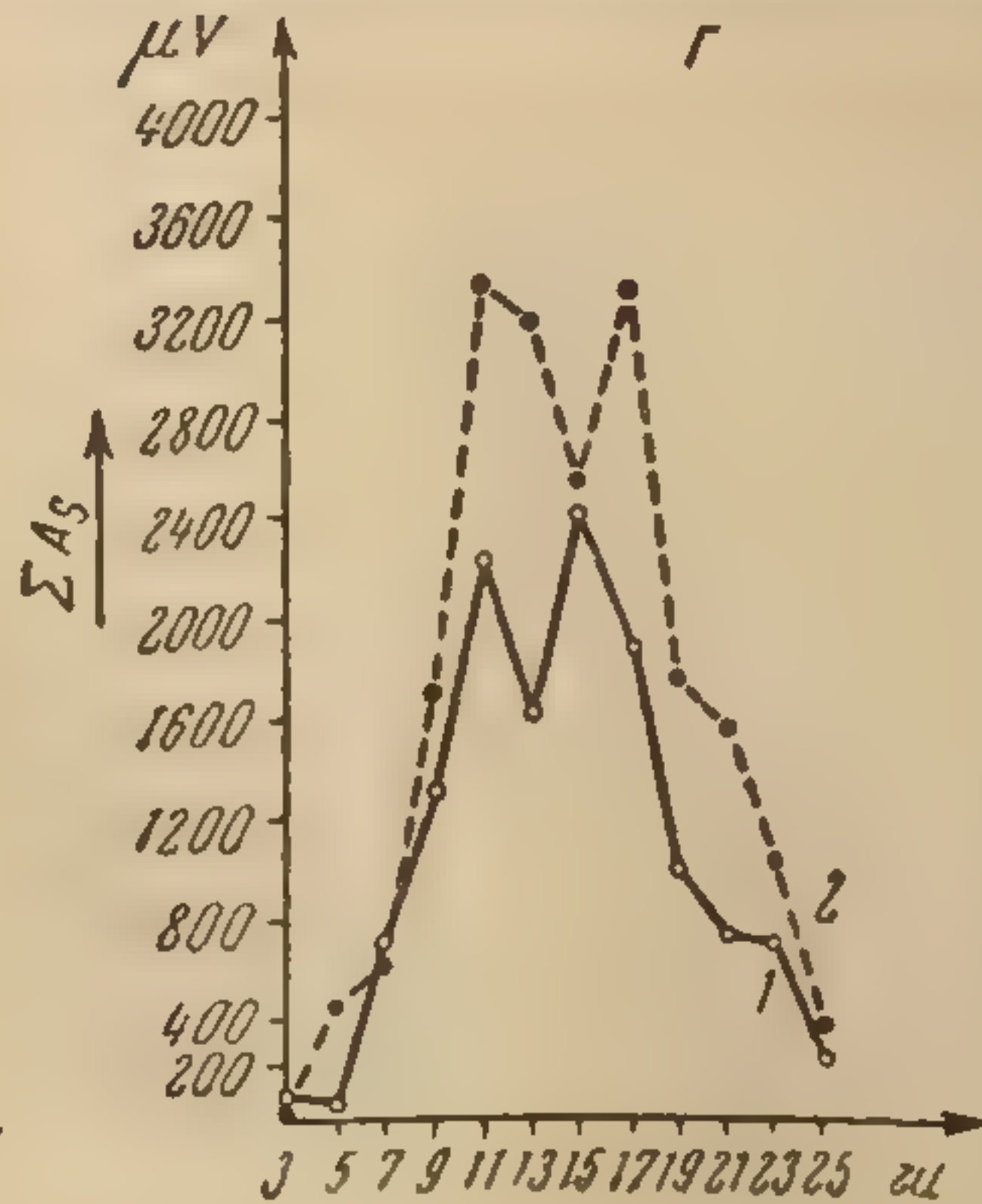
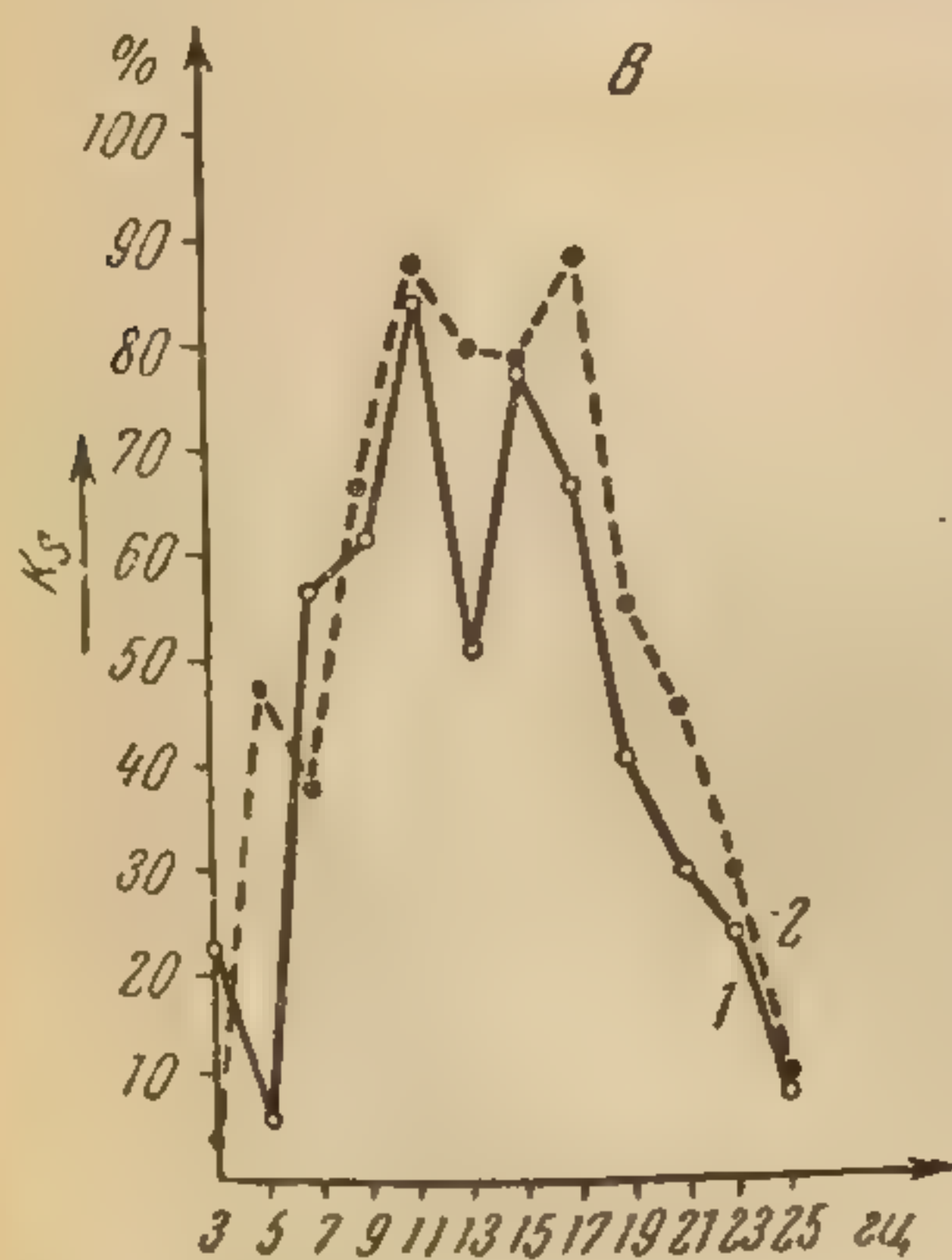
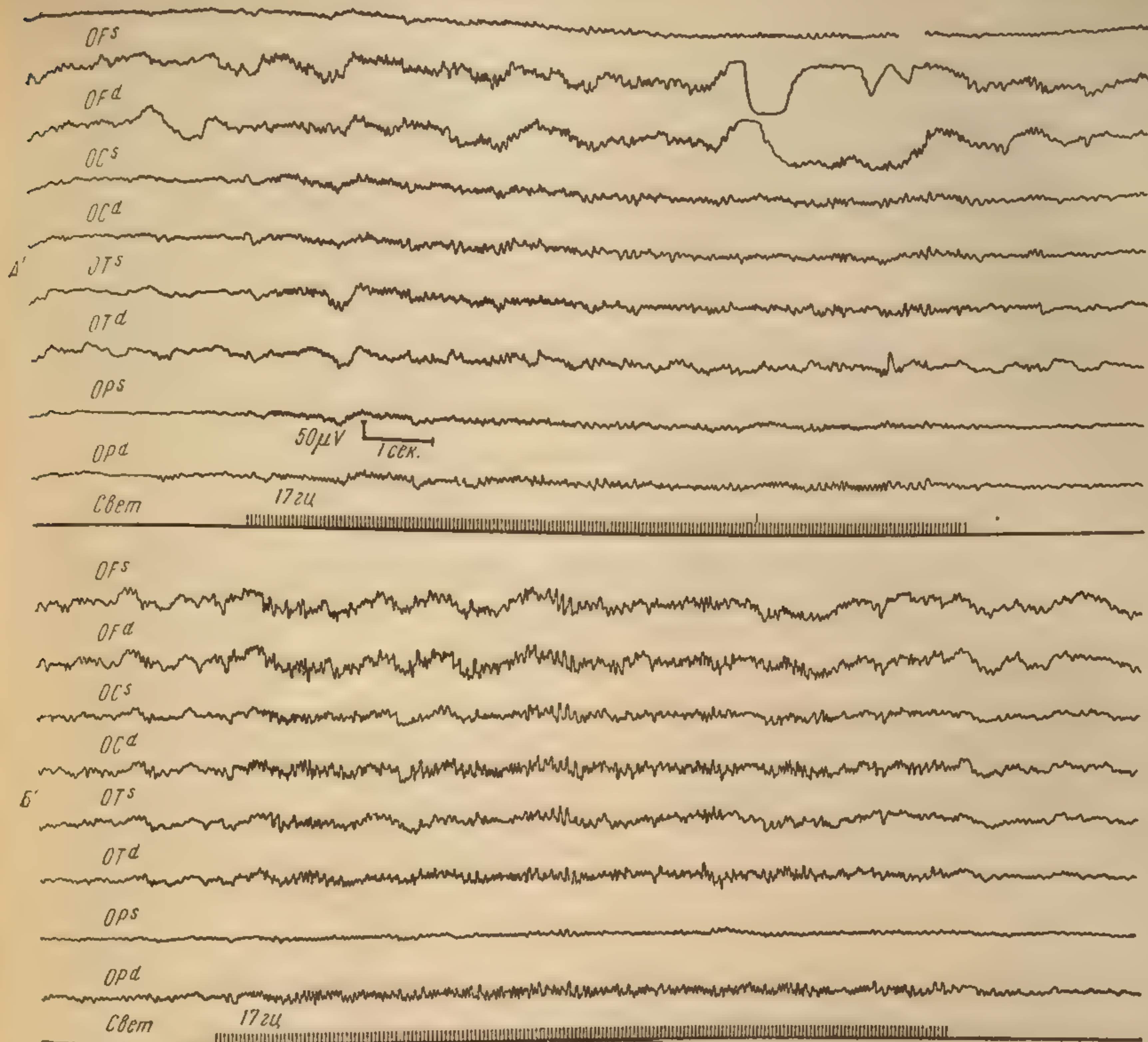
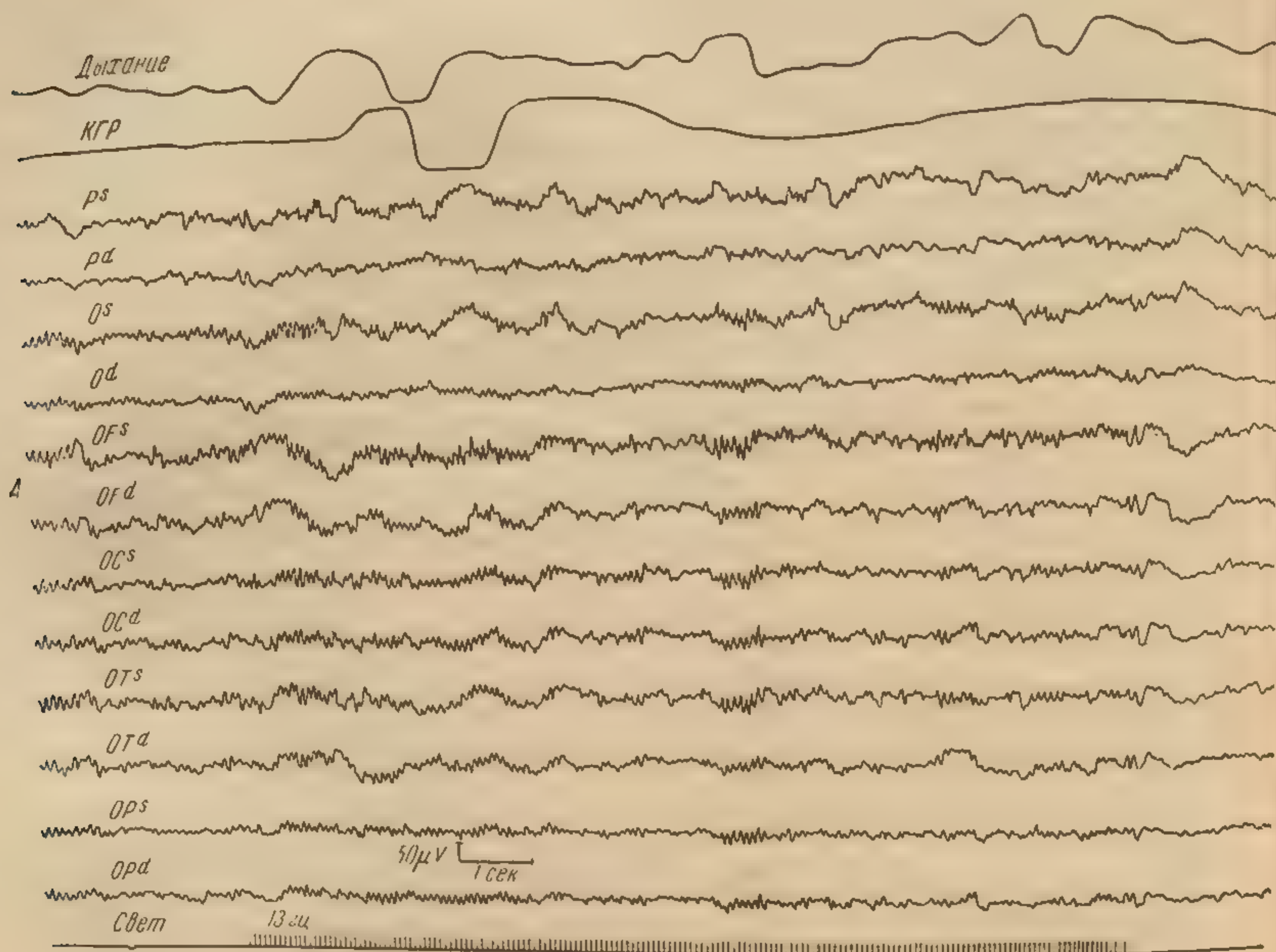


Рис. 42. Исследование реактивных потенциалов Гали Д., 13 лет, 28/XI 1961 г. Обозначения те же, что на рис. 31 и 38.



Величина ΣA_s дает после занятий увеличение энергии ответных потенциалов частотой 15 герц в то время, когда до занятий максимум энергии реактивных потенциалов был на частоте 13 герц (сдвиг вершины вправо в сторону высоких частот). При частоте 19 герц происходит резкое уменьшение величины ΣA_s (с 3260 до 440 мкв), а при частоте 21 герц — увеличение показателя энергии и соответствующий подъем кривой на графике. В целом кривые обоих показателей реактивных потенциалов после занятий имеют до некоторой степени сходную конфигурацию: подъем, наиболее значительный по абсолютной величине, в центре спектра, и менее значительные подъемы по краям спектра усваиваемых частот.

Таким образом, как и у Андрея К., у Игоря Н. улучшение процесса синхронизации после занятий было не для всех частот навязываемого ритма, хотя в целом преобладало увеличение обоих показателей. Вме-

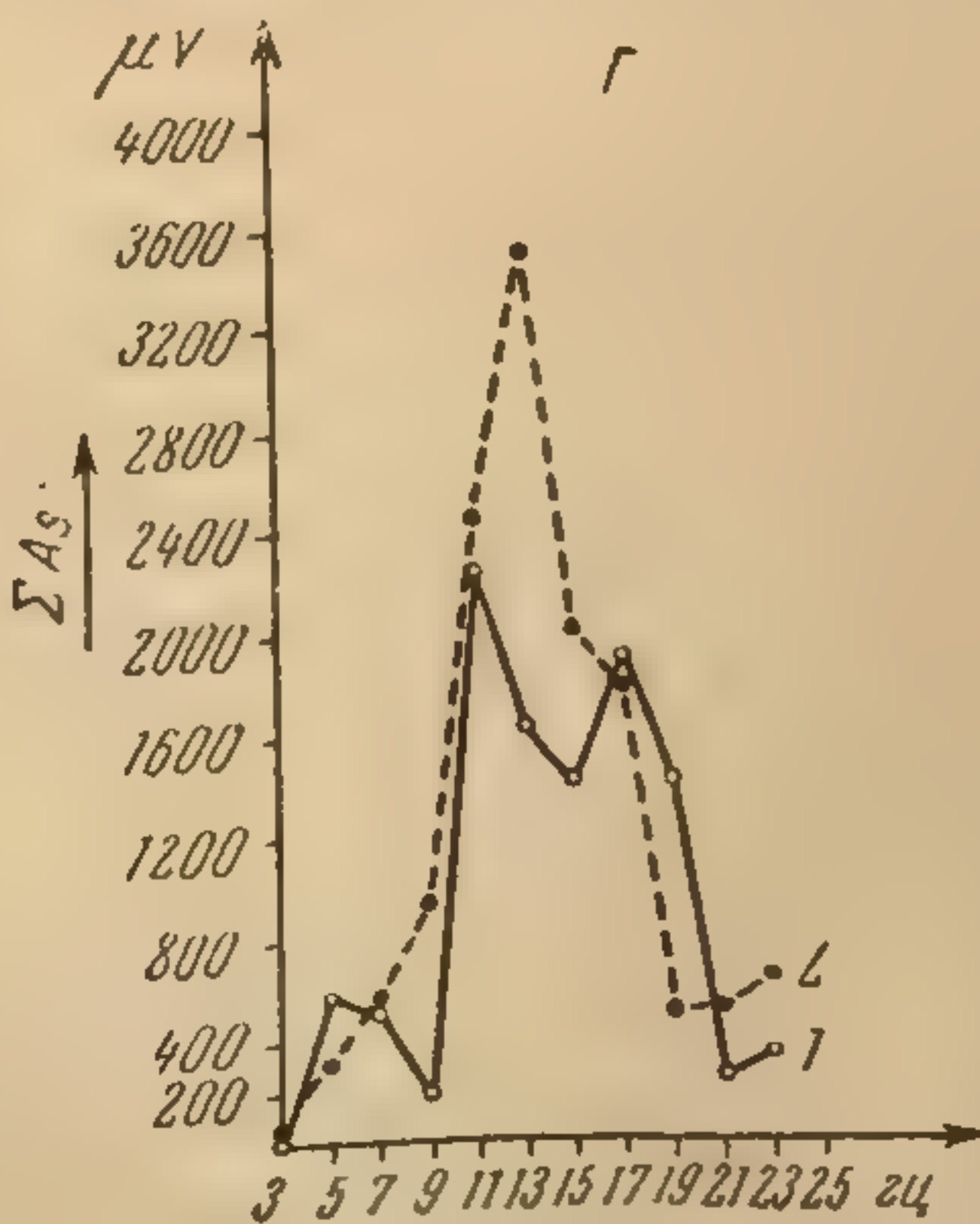
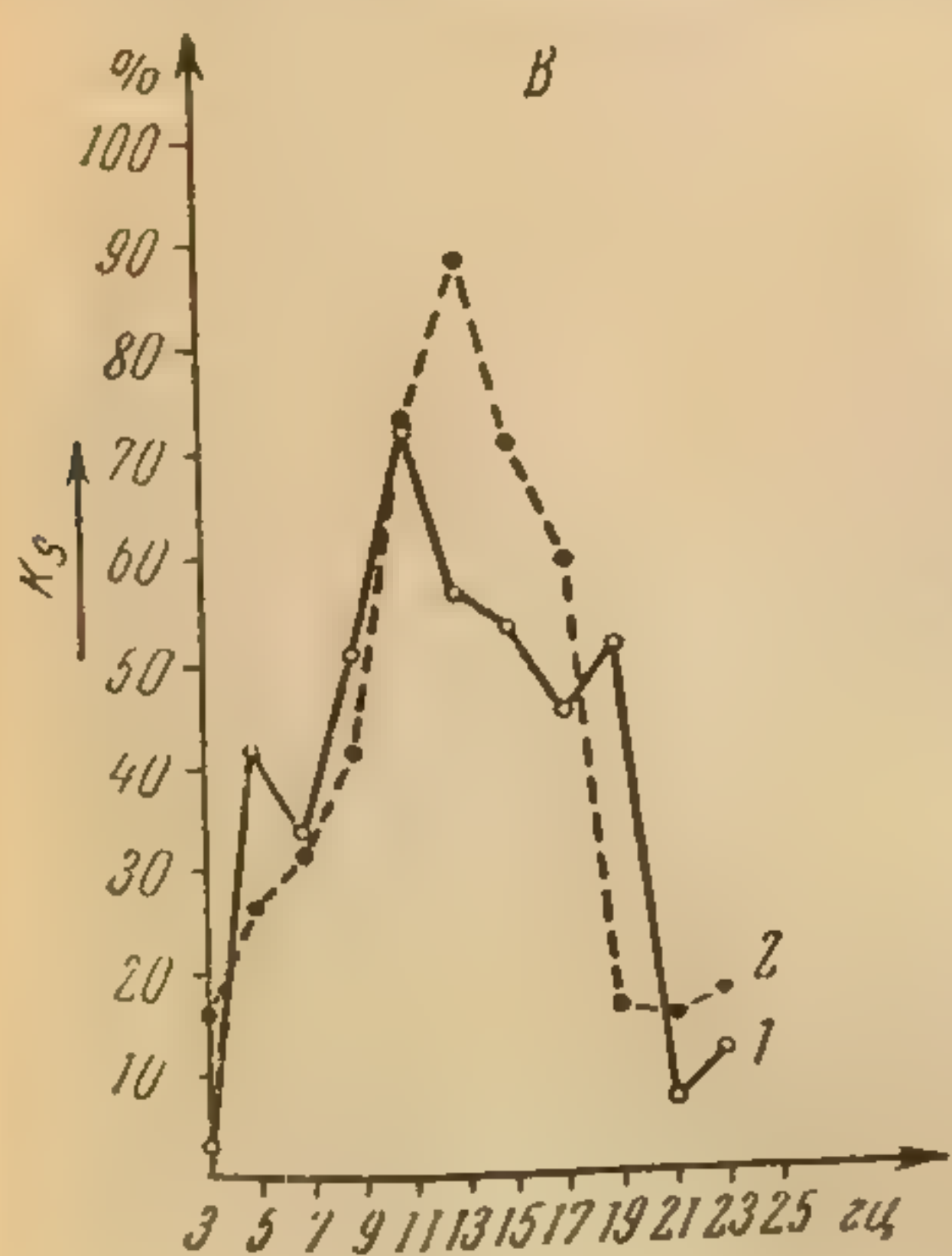
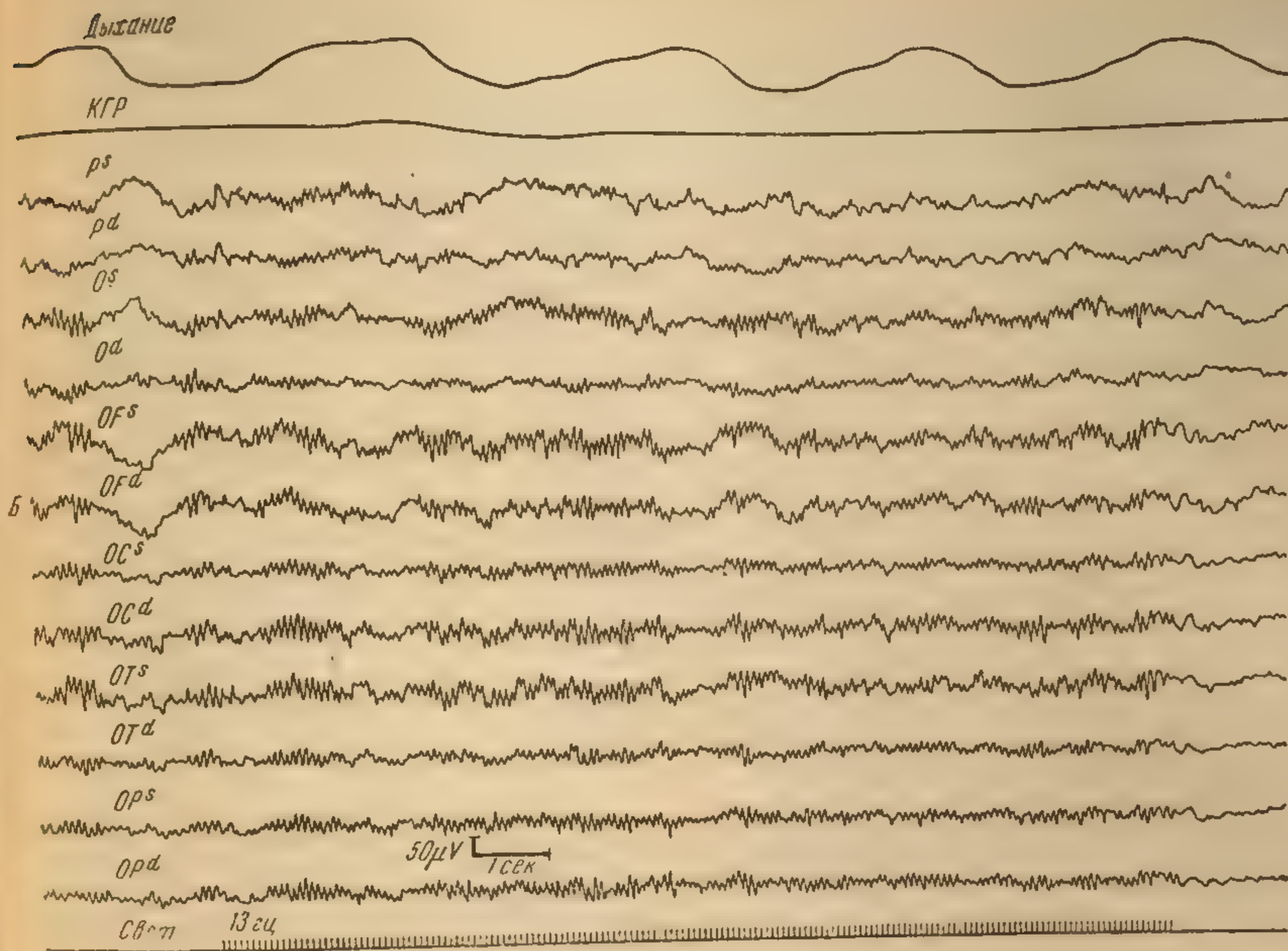
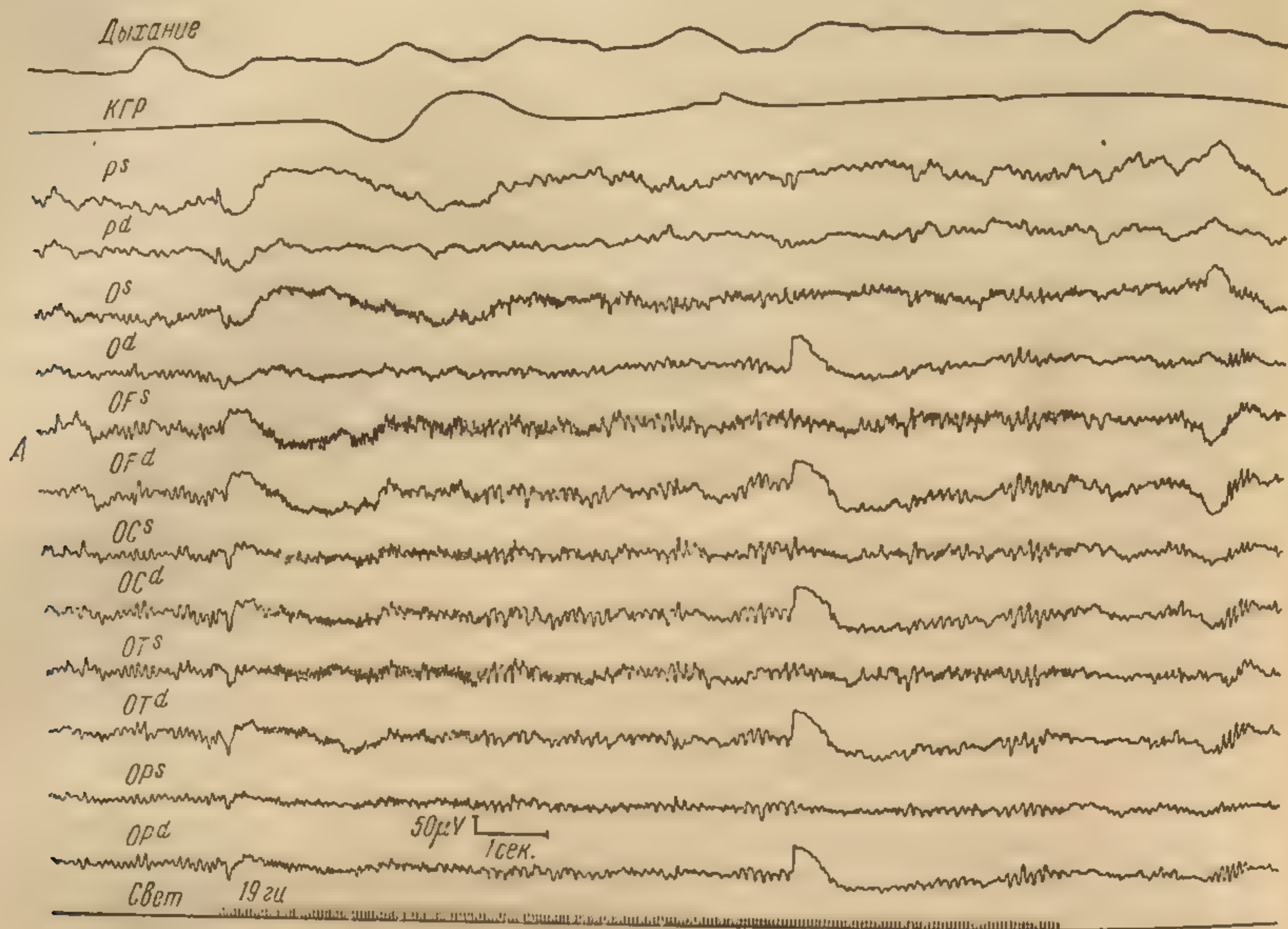


Рис. 43. Исследование реактивных потенциалов Славы С., 13 лет, 19/XII 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.



сте с тем после занятий происходило абсолютное угнетение ориентировочной кожно-гальванической реакции, имевшейся утром до занятий. У следующего ребенка — Гали Д., 13 лет, наблюдалось более равномерное улучшение процесса синхронизации после 5 часов работы в классе. У нее также наблюдалась асимметрия между правым и левым полушарием утром (рис. 42, А), которая еще больше возрастала при умеренном утомлении (рис. 42, Б). В исследовании от 28/XI 1961 г. видно хорошее усвоение ритма 11 герц утром, удовлетворительное усвоение ритма 17 герц. Фон не имеет заметных альфа-волн, они очень уплощены, видна умеренная асимметрия на частотах 11 и 17 герц до занятий (рис. 42, А), после занятий усвоение улучшается, а асимметрия становится значительной: амплитуда в правых отведениях возрастает, а слева даже уменьшается для частот 11 и 17 герц. На графиках анализа (рис. 42, В, Г) видно: умеренное возрастание после занятий коэффициента синхронизации, больше в центре спектра. Лучше это выражено на графике суммарной энергии реактивных потенциалов, где в центре

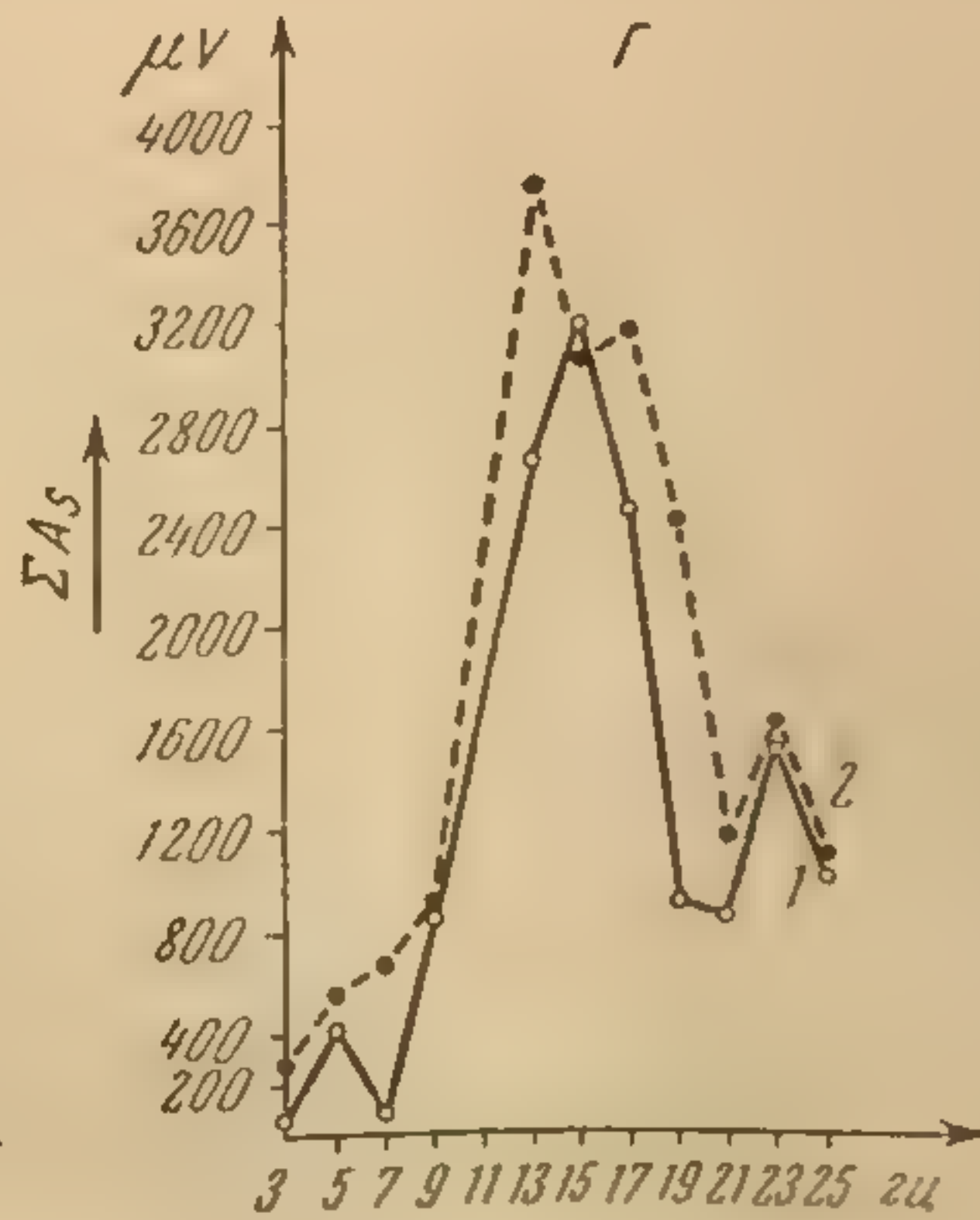
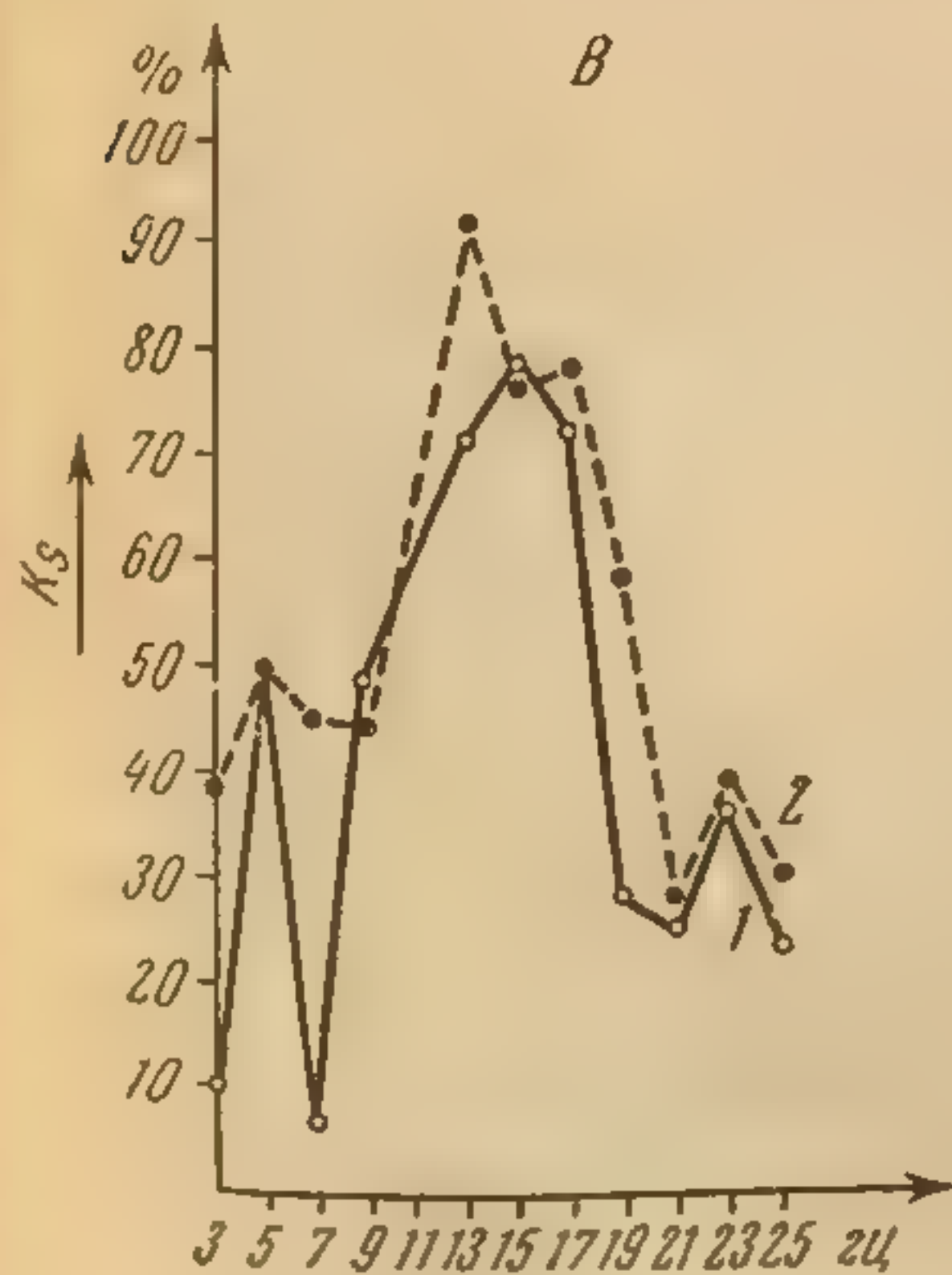
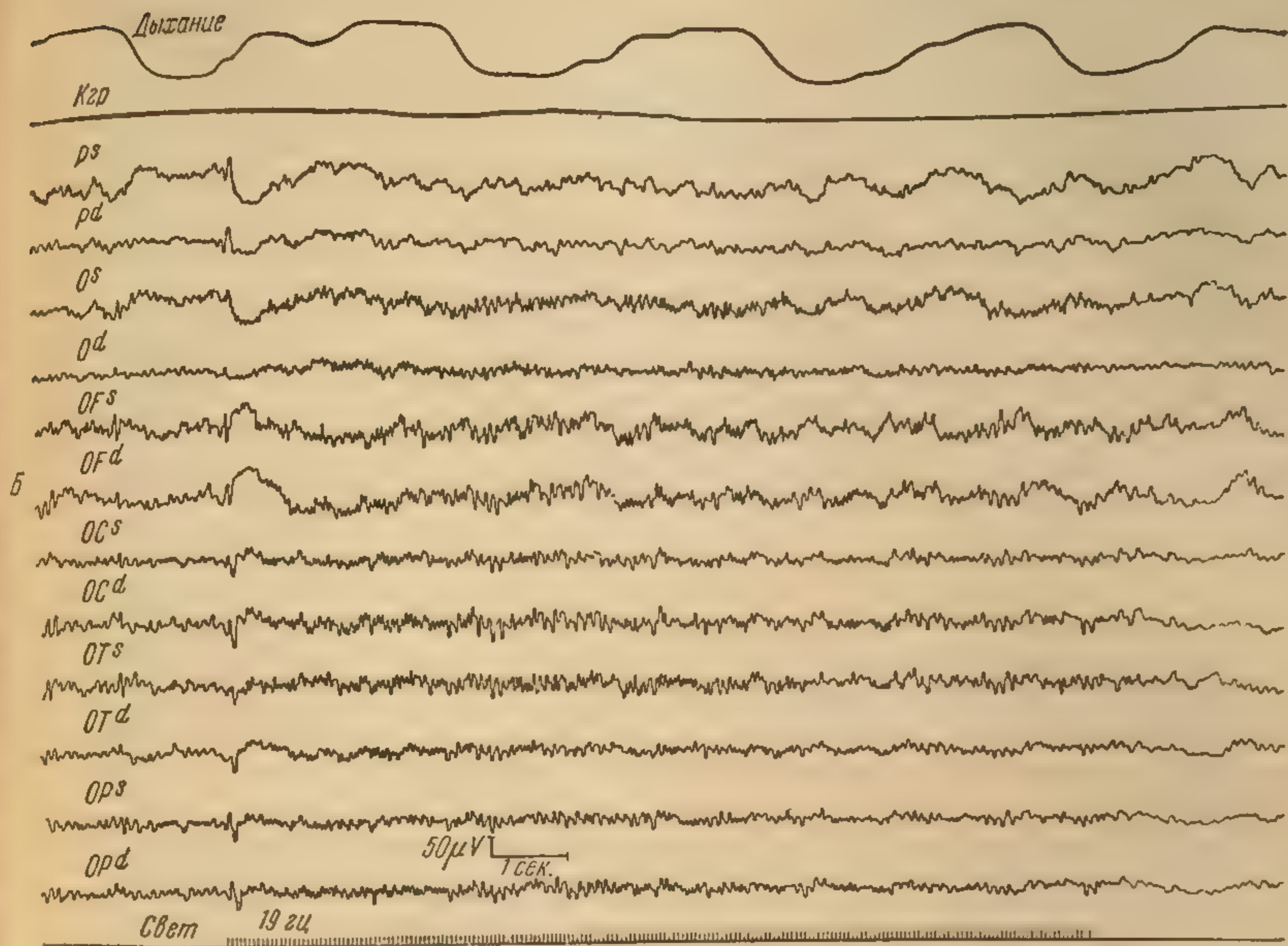
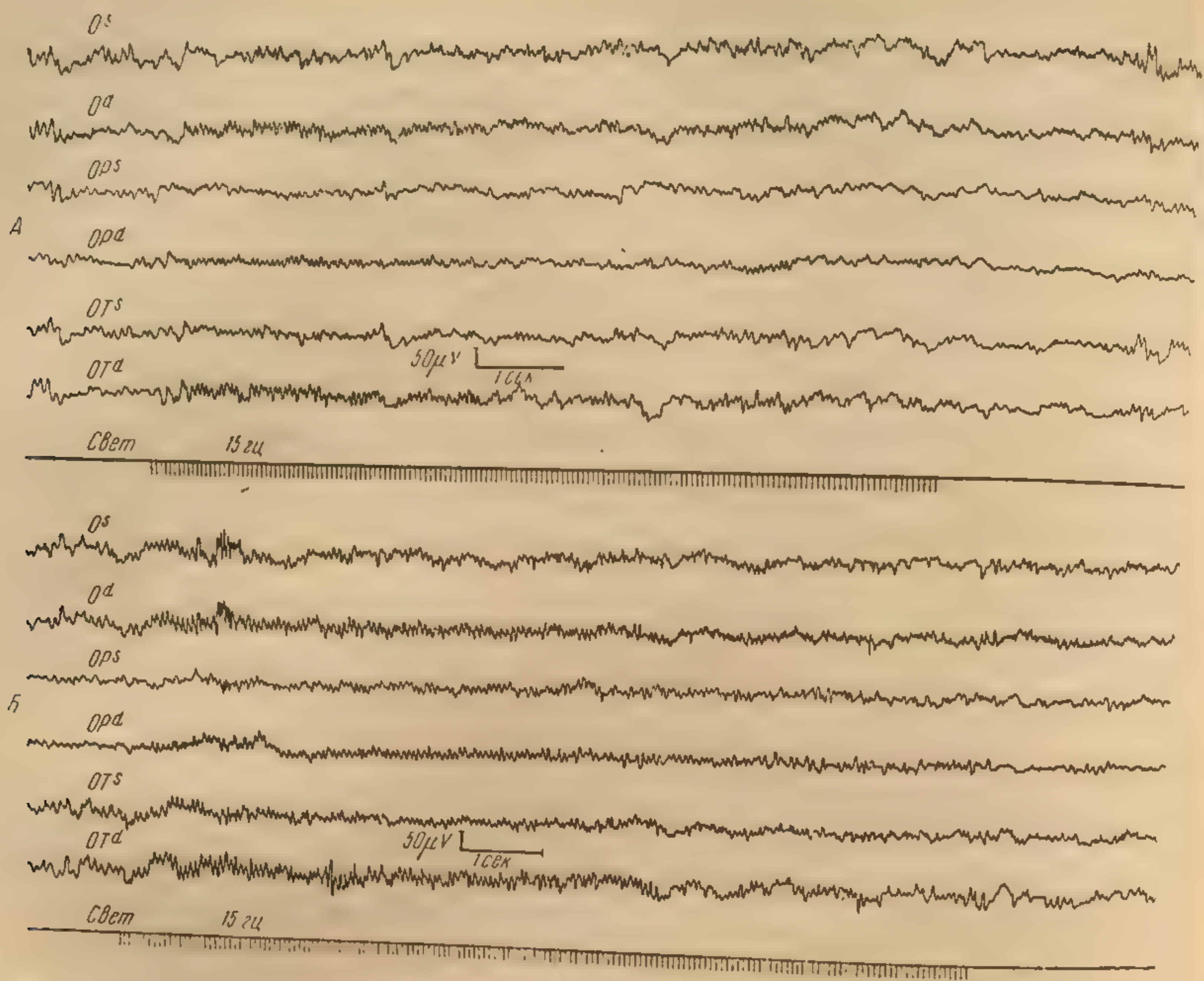


Рис. 44. Исследование реактивных потенциалов Рашида Н., 13 лет, 19/XII 1961 г. Обозначения те же, что на рис. 31.



спектра энергия после занятий возрастает вдвое (для 13 герц — с 1600 до 3200 мкв). Кривые обоих показателей до занятий имеют сходный характер, то же можно отметить и после занятий. Это указывает, что изменение количественной и качественной характеристик реактивных потенциалов происходит однозначно.

На электроэнцефалограммах и графиках у Славы С., 13 лет, в исследовании от 19/XII 1961 г. можно видеть, что изменение обоих параметров реактивных потенциалов после занятий имеет выраженный характер только в центре спектра усваиваемых частот (рис. 43). На электроэнцефалограмме видно, что утром до занятий (рис. 43, А) имела резко выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция с латентным периодом 1,6 секунды. После 6 уроков умственной работы в классе, когда ребенок утомился, кожно-гальваническая реак-

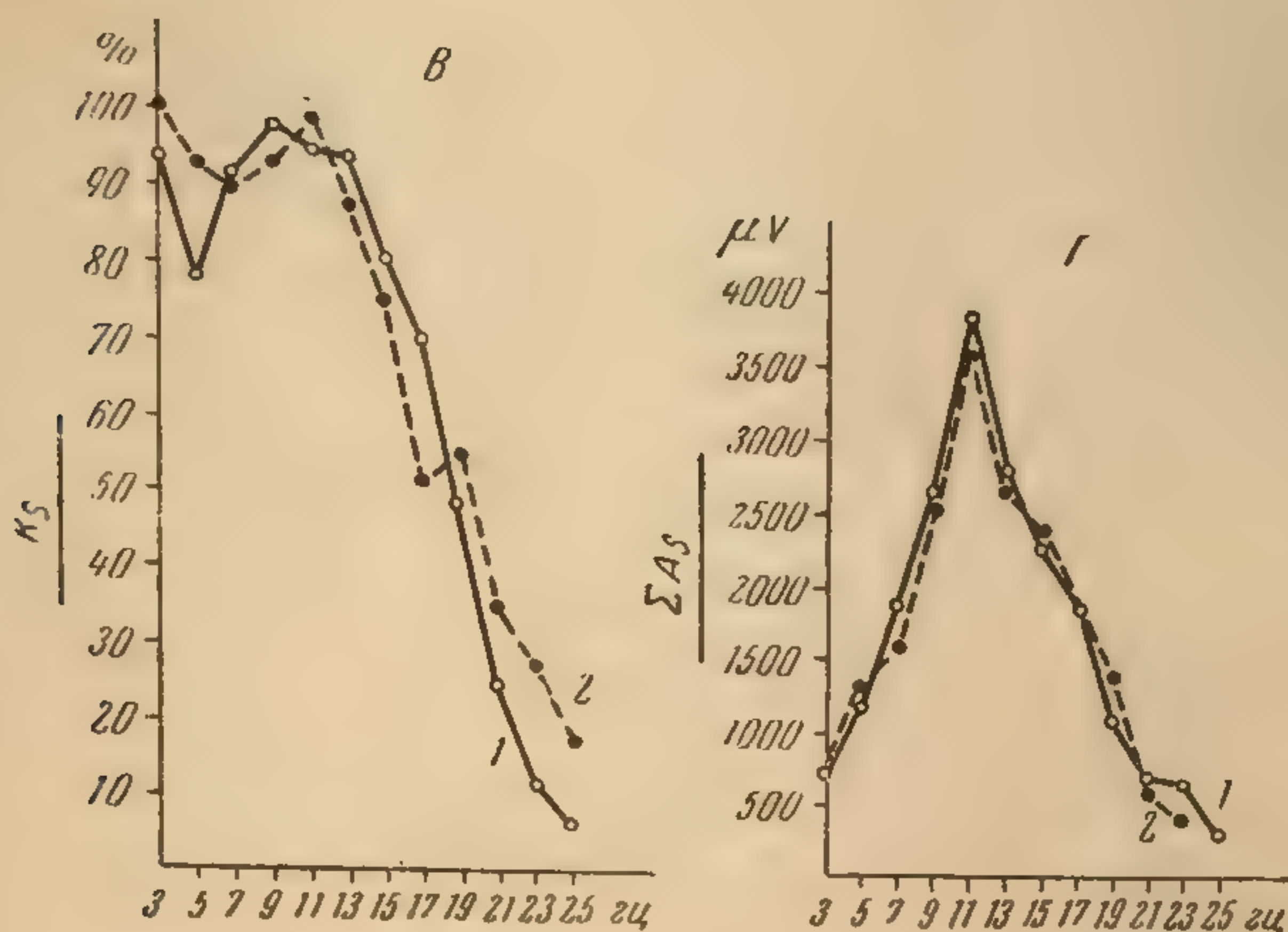
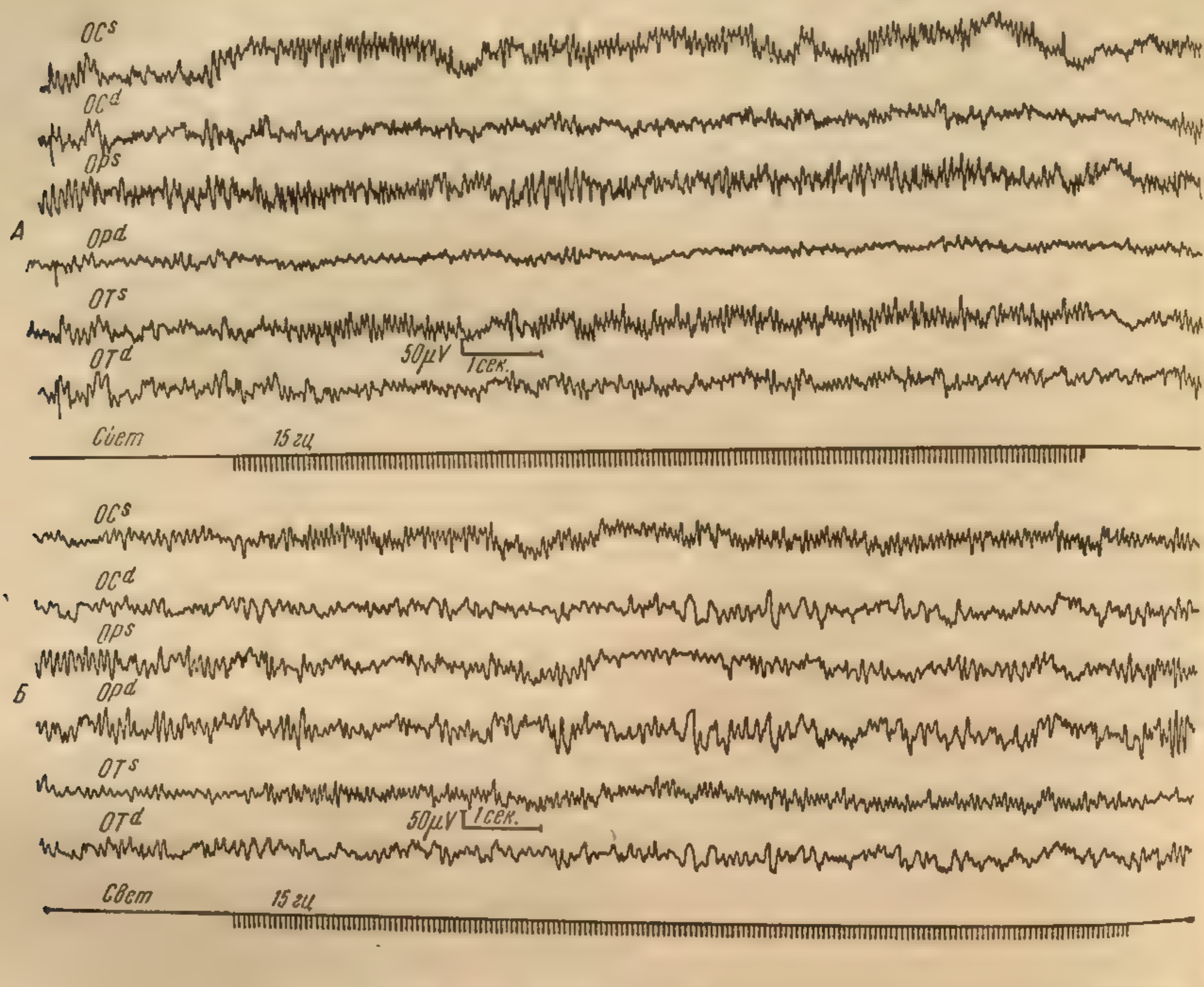


Рис. 45. Исследование реактивных потенциалов Коли К., 12 лет, 17/III 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

ция угнетена. Одновременно значительно улучшилось качество реактивных потенциалов частотой 13 герц во всех затылочных отведениях и даже в обоих монополярных теменных отведениях. На графиках виден рост K_s для 13 герц с 57 до 89%, соответственно показатель ΣA_s увеличился с 1600 до 3500 мкв. Характерным является то, что кривые графиков обоих показателей реактивных потенциалов повторяют друг друга по своим очертаниям. Это еще раз говорит об однозначности количественных и качественных изменений реактивных потенциалов после 6 уроков классных занятий.

Наконец, исследованием Рашида Н., 13 лет, от 19/XII 1961 г. мы закончим рассмотрение электроэнцефалограмм детей первой группы. Здесь также имеется улучшение усвоения в центре спектра, но разница между состоянием мозга до и после умственной работы более резко выражена в правой части спектра при частоте 19 герц. На электроэнцефалограмме (рис. 44, А) до занятий видна ориентировочная кожно-гальваническая реакция на применение световой стимуляции с латентным периодом 1,7 секунды. После занятий кожно-гальваническая реакция полностью угнетена, а качество усвоения частоты 19 герц значительно улучшилось (рис. 44, Б). Это хорошо видно на графиках анализа (рис.



44, В, Г): K_s увеличился для 19 герц с 28% до занятий до 58% после занятий, а ΣA_s соответственно — с 900 до 2400 мкв. Конфигурация кривых графиков обоих показателей до занятий имеет сходство, еще больше оно после занятий.

Таким образом, у Рашида Н. также подтверждается однозначность исходных фоновых графиков и однозначность их изменений под влиянием умственного утомления, которое, по-видимому, связано с торможением ретикулярной формации мозгового ствола, о чем говорит угнетение кожно-гальванической реакции после занятий.

Переходим к детям второй группы (20 человек), не имевшим в результате 5—6 часов умственной работы существенных изменений в динамике реактивных потенциалов по обоим определяемым параметрам.

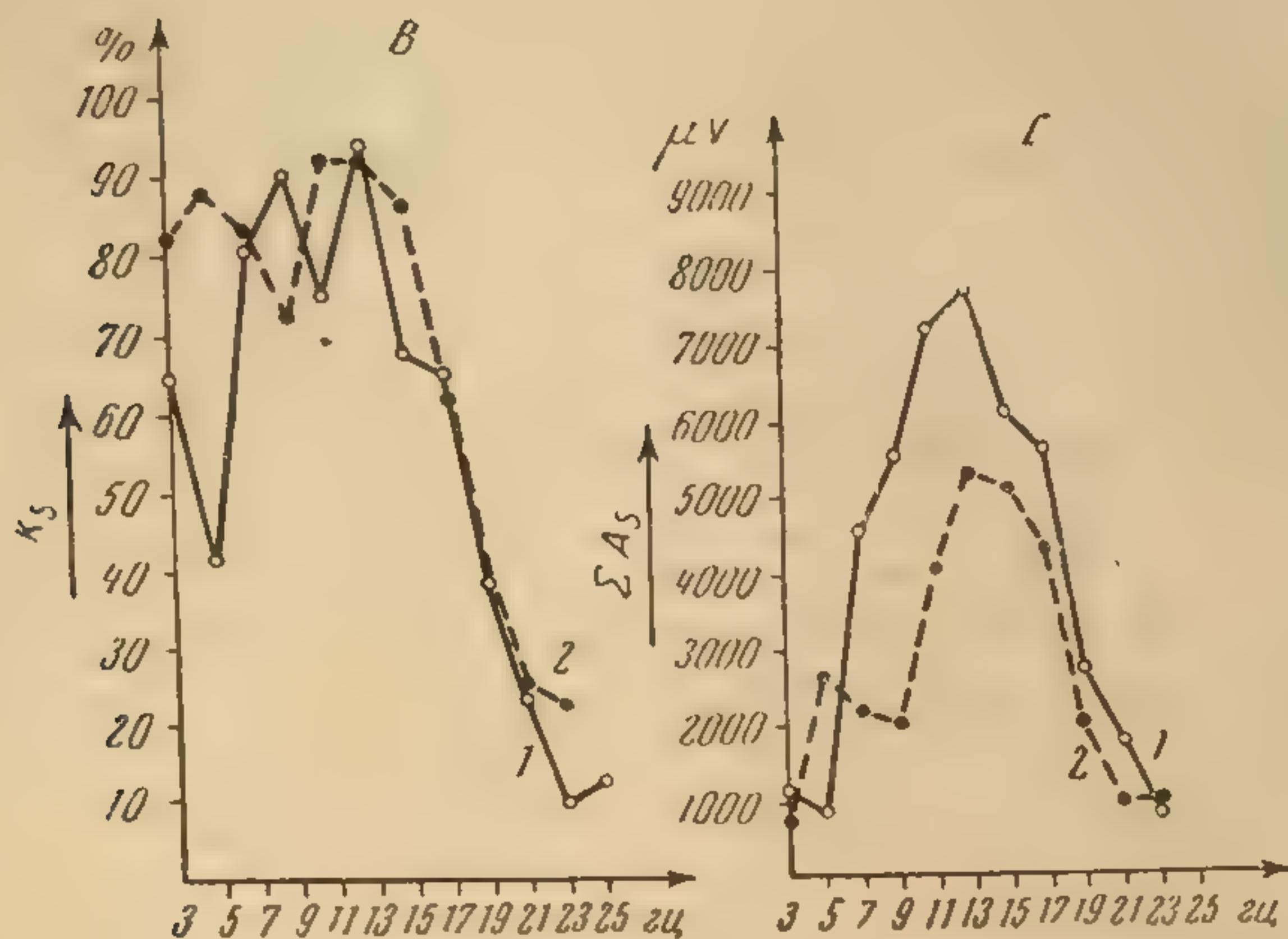


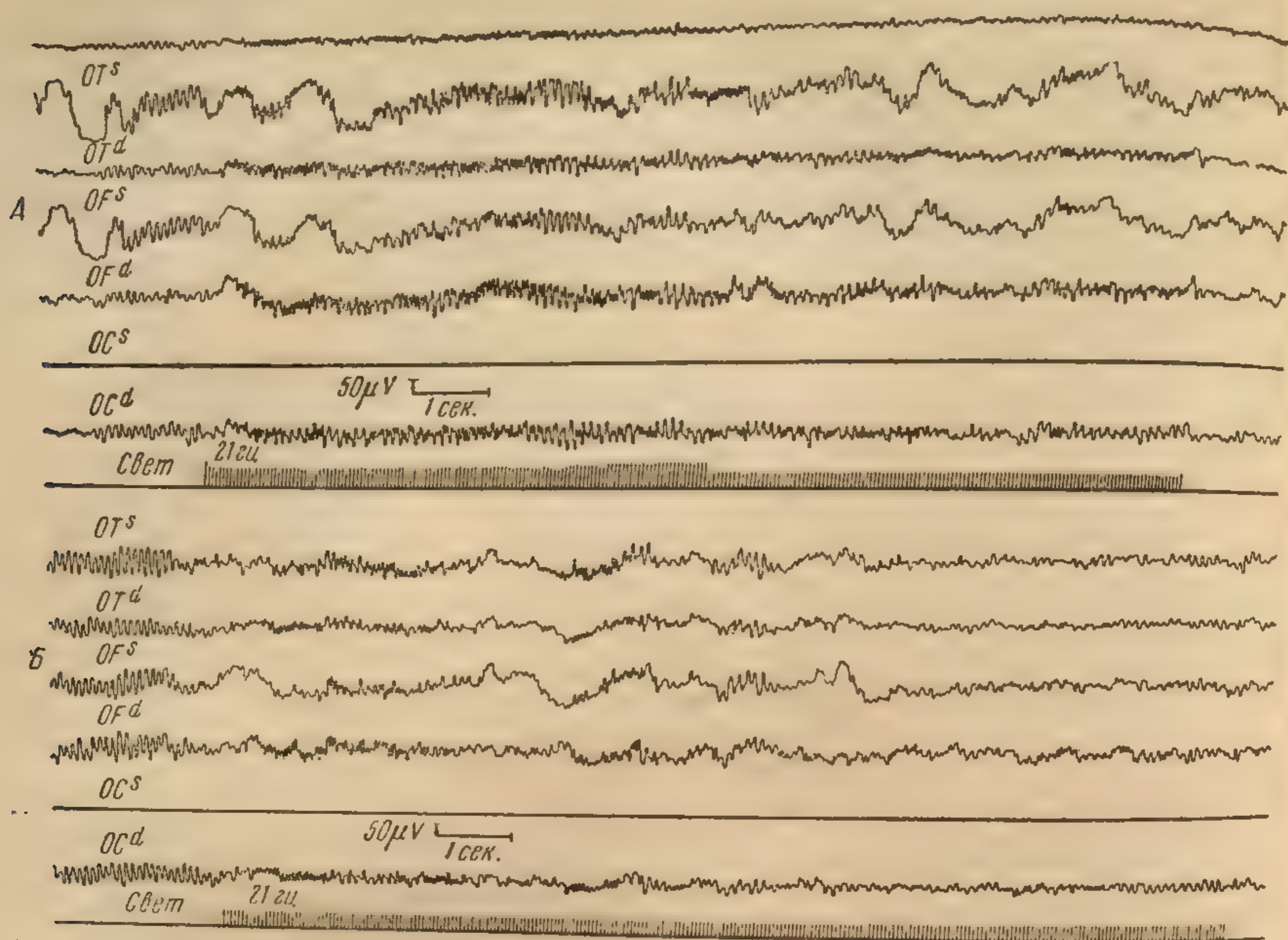
Рис. 46. Исследование реактивных потенциалов Вали П., 14 лет, 4/IV 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

В связи с однородностью результатов исследования детей этой группы мы ограничимся приведением в качестве иллюстрации одного типичного примера.

Исследование Коли К., 12 лет, от 17/III 1959 г.: на электроэнцефалограмме видно, что до занятий (рис. 45, А) имеется хорошее усвоение частоты световой стимуляции 15 герц, фоновый альфа-ритм 10 герц. После занятий (рис. 45, Б) также имелось хорошее усвоение частоты стимуляции 15 герц. На графиках анализа реактивных потенциалов (рис. 45, Г, В) видно, что утром коэффициент синхронизации, высокий в центре спектра усваиваемых частот (7—15 герц выше 90%), в более высокой части спектра резко падает, достигая при частоте стимуляции 25 герц 6%. Примерно такая же кривая выражала графически величины K_s и через 6 часов после занятий. При графическом изображении величин ΣA_s утренняя и дневная кривые по существу сливаются друг с другом.

Таким образом, у детей этой группы нет сколько-нибудь заметной тенденции к изменению динамики реактивных потенциалов до и после 5—6 часов умственной работы в классе:



Переходим к детям третьей группы. Эта группа была самой малочисленной (10 человек). Для нее было характерным ухудшение процессов синхронизации по обоим показателям или по одному из них.

В исследовании девочки Вали П., 14 лет, от 4/II 1959 г. на электроэнцефалограмме (рис. 46, А) видно хорошее усвоение ритма 15 герц утром до занятий. При этом отмечается резкая неравномерность усвоения между правым и левым полушариями, слева усвоение значительно лучше. Фоновый альфа-ритм 10,5 герца, иногда появляются бета-волны частотой 14—16 герц. После занятий (рис. 46, Б) усвоение становится несколько хуже по величине реактивных потенциалов, но продолжает быть весьма хорошим по способности воспроизводить частоты навязываемого ритма. Асимметрия в усвоении ритма сглаживается, но все же превалирует левое полушарие, по которому и ведется подсчет определяемых параметров реактивных потенциалов.

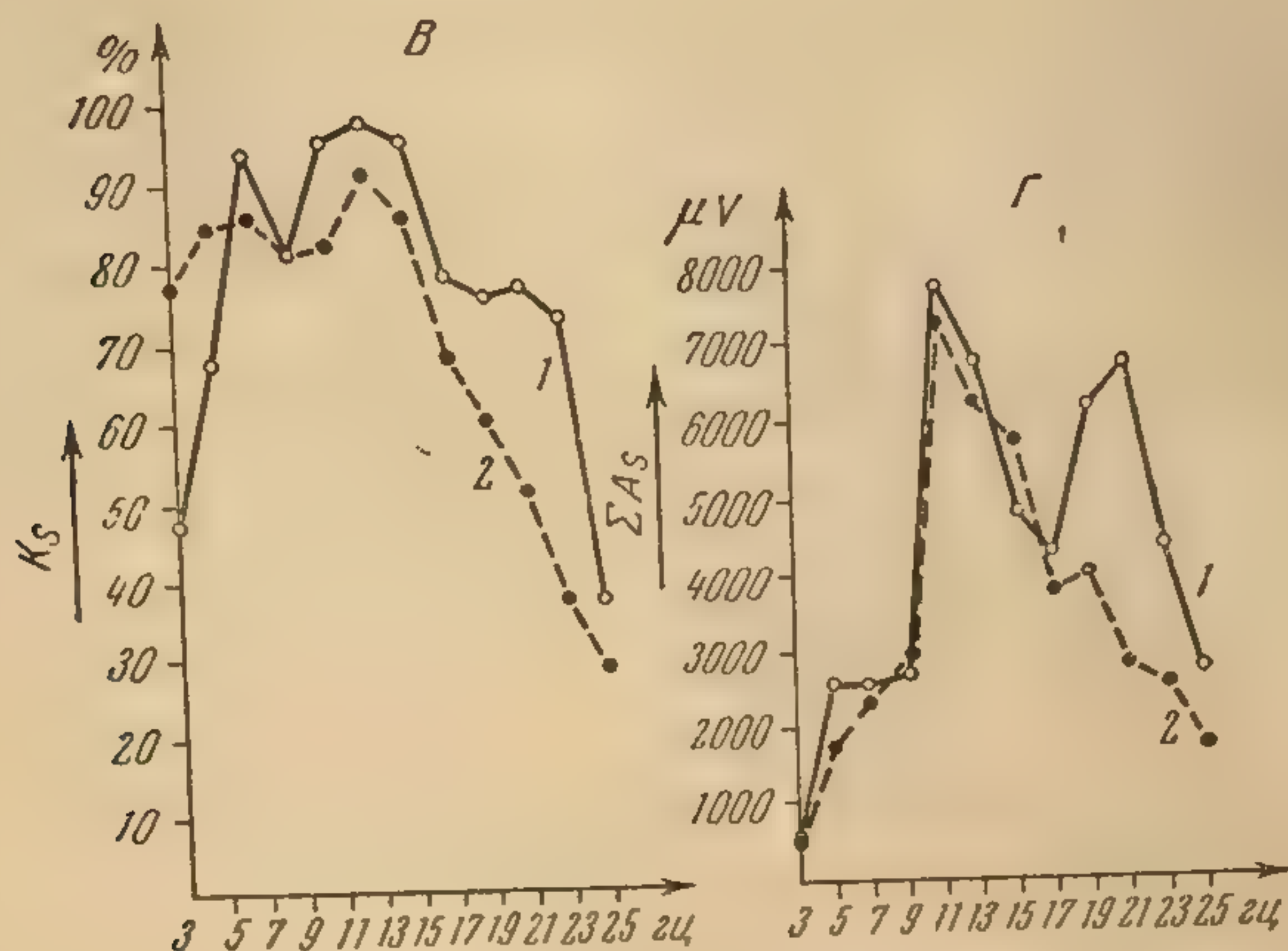


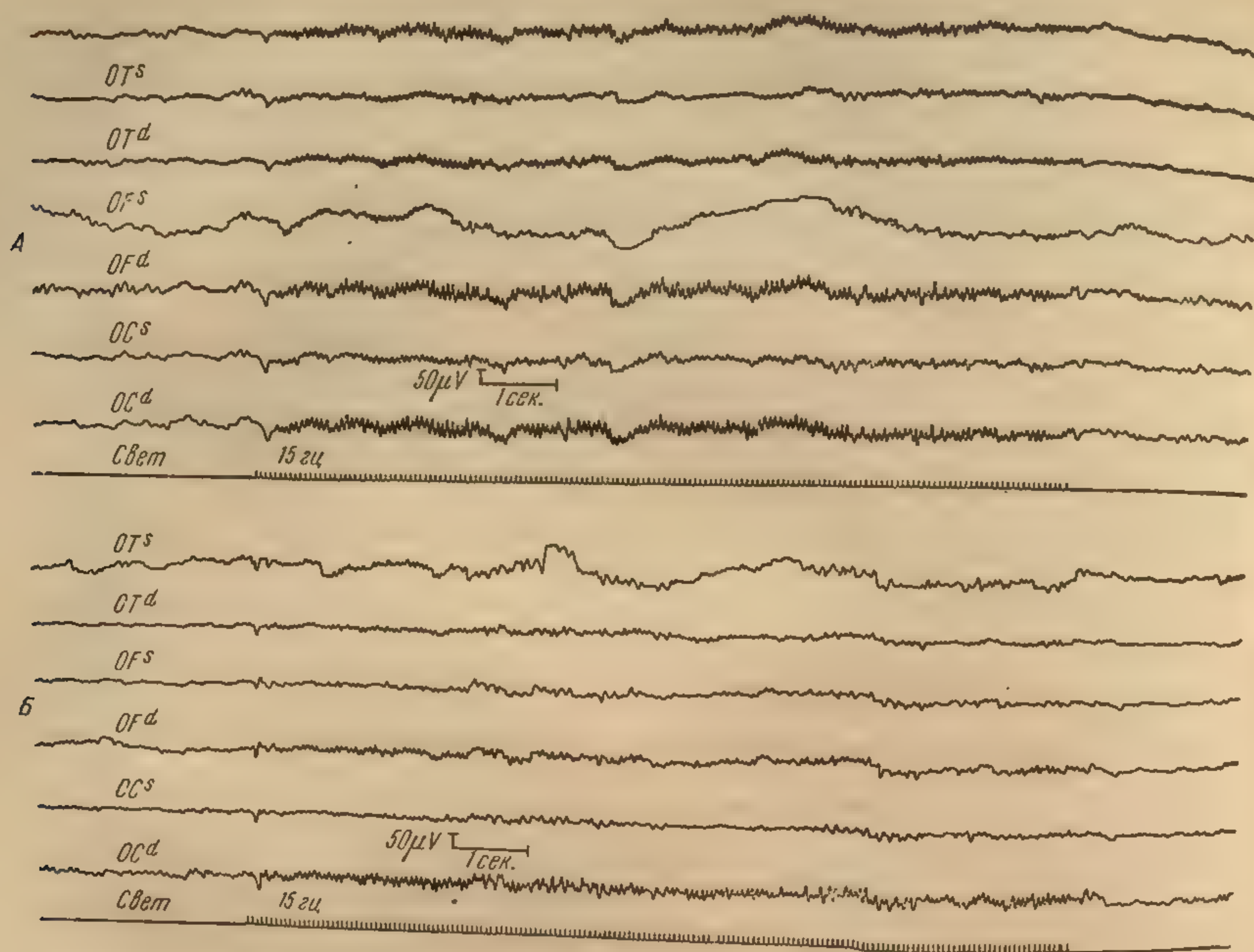
Рис. 47. Исследование реактивных потенциалов Виталия П., 14 лет, 4/IX 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

На графиках анализа (рис. 46, В, Г) видно, что K_s для частоты 15 герц после занятий увеличился на 18%, в других частях спектра, за исключением частоты 9 герц, также имеется тенденция незначительного увеличения K_s после занятий. Вместе с тем на другом графике, показывающем динамику величины ΣA_s , имеется отчетливое уменьшение этого показателя в диапазоне частот 7—21 герц.

Можно думать, что при этом происходило некоторое улучшение качественной характеристики усвоения, больше появилось за измеряемое время реактивных колебаний потенциалов, однако количество синхронно посылающих импульсы нервных элементов стало значительно меньше. Отсюда проистекает уменьшение суммарной энергии реактивных потенциалов.

Другой характер изменения спектра реактивных потенциалов мы находим после занятий у мальчиков Виталия П., 14 лет; исследование проведено 4/IX 1961 г. На электроэнцефалограмме до занятий (рис. 47, А) видно хорошее усвоение частоты светового ритма 21 герц при хорошо выраженном фоновом альфа-ритме 12,5 герца. После занятий (рис. 47, Б) усвоение стало явно хуже по качеству, на графиках анали-



за (рис. 47, В, Г) видно меньшее значение коэффициента синхронизации почти по всему спектру частот с 7 до 25 герц. При этом наиболее значительное уменьшение коэффициента отмечается в высокой части спектра. Для частоты 21 герц, которую мы видим на электроэнцефалограмме этого ребенка, коэффициент синхронизации уменьшается с 78 до 52%. Несколько иначе меняется суммарная энергия реактивных колебаний. До частоты 17 герц кривая энергии после занятий в основном повторяет утреннюю кривую. Однако если, начиная с 17 герц и до 21 герца утром отмечался резкий рост энергии, то после занятий продолжается падение кривой энергии. Образуется разрыв кривых, который для частоты колебаний 19 герц достигает 2150 мкв, а для частоты 21 герц — 4000 мкв, для частоты 23 герца — 1750 мкв.

Таким образом, в этом исследовании выступило резкое уменьшение после занятий обоих показателей реактивных колебаний в высокой части спектра, в то время как утром в этой части спектра наблюдались хорошие показатели.

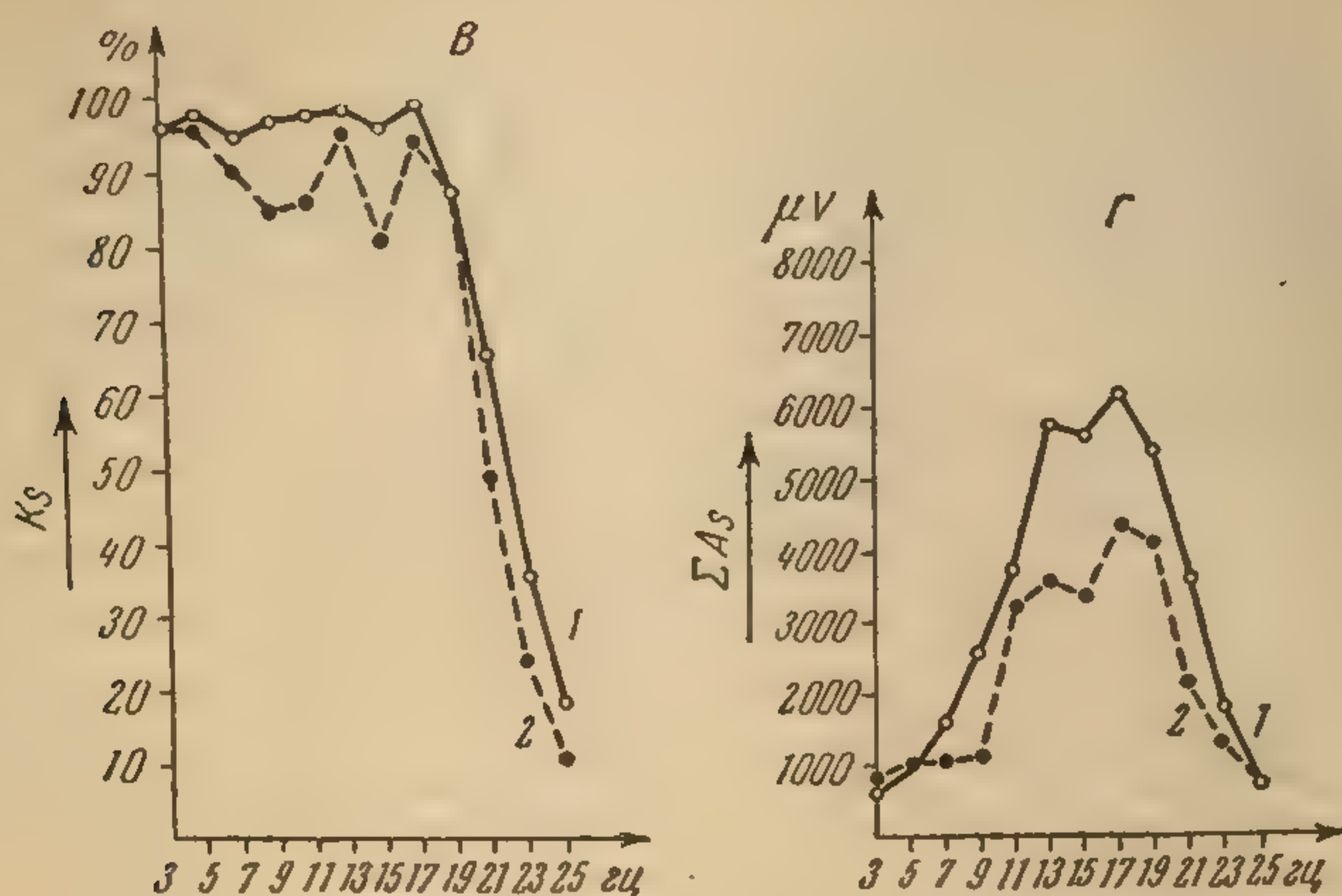


Рис. 48. Исследование реактивных потенциалов Валерия М., 14 лет, 18/IX 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.

Наконец, последний пример из этой группы — исследование Валерия М., 14 лет, от 18/IX 1961 г. показало, что есть еще третий вариант в общей тенденции ухудшения синхронизации реактивных потенциалов после работы в классе в течение 6 часов. Происходит незначительное уменьшение коэффициента синхронизации в первой половине спектра. При этом коэффициент характеризуется очень высокими цифрами (выше 90%). Одновременно происходит значительное уменьшение показателя энергии по всему спектру частот, более значительное в его центре (13—19 герц). При этом кривая энергии реактивных потенциалов после занятий вписана внутрь утренней такой же кривой и повторяет ее форму (рис. 48). На электроэнцефалограмме (рис. 48, А) видно очень хорошее усвоение частоты 15 герц, но отмечается резкая асимметрия, в левом полушарии усвоение выражено значительно хуже по амплитуде реактивных колебаний. После занятий (рис. 48, Б) усвоение по показателю амплитуды колебаний значительно ухудшается по своей выразительности, асимметрия усвоения несколько сглаживается, но все-таки остается весьма значительной.

Суммируя результат этого исследования, подчеркнем уменьшение обоих показателей синхронизации. Однако K_s уменьшается незначи-

тельно и только в половине низких частот спектра, а ΣA_s уменьшается значительно и по всему спектру.

Исследования реактивных потенциалов у детей до и после 5—6 часов работы в классе выявило, как мы видели выше, неравномерность в функции правого и левого полушарий как утром, так и после занятий.

Впервые вопрос о парности в работе полушарий головного мозга был поднят в известной диссертации Н. И. Красногорского (1911).

Затем этому вопросу был посвящен ряд экспериментальных работ в лаборатории И. П. Павлова (Фурсиков, 1922; Павлов, 1923; Розенталь, 1923; Быков, 1924; Быков и Сперанский, 1924). Эти работы экспериментально осветили вопрос о парности и симметричности условнорефлекторной деятельности больших полушарий. В дальнейшем этим занимался ряд исследователей. Однако характер изменений электрической реактивности отдельно в правом и левом полушарии под влиянием умственного утомления никем не исследовался.

Об асимметрии в усвоении правым и левым полушарием ритма световой стимуляции имелись указания в литературе, о которых мы упоминали (Cornil, Gastaut, 1947; Мельничук, 1958). Теперь перед нами встал вопрос: какова равномерность усвоения ритмов правым и левым полушарием до занятий и после 5—6 часов работы в классе. Из электроэнцефалограмм 110 обследованных таким образом детей нами были взяты электроэнцефалограммы 11 (10%) детей, у которых было произведено 14 исследований до и после занятий.

Вычисление и сравнение показателей K_s и ΣA_s для симметричных затылочно-теменных отведений правого и левого полушария показало следующее. Утром до занятий по показателю K_s асимметрия наблюдалась в 8 исследованиях из 14, при этом в 5 исследованиях она была значительной. В 7 случаях из 8 эта асимметрия была за счет большей величины K_s в левом полушарии. По показателю ΣA_s утром асимметрия наблюдалась на 10 электроэнцефалограммах из 14. В 5 наблюдениях она оказалась значительной. В 8 случаях из 10 эта асимметрия была за счет большей величины показателя ΣA_s в левом полушарии. После 6 часов работы в классе, когда развивалось умственное утомление, асимметрия по показателю K_s наблюдалась на 11 электроэнцефалограммах из 14. В 8 наблюдениях она была значительной. При этом наблюдался интересный факт (Пратусевич, Хоружая, 1963): под влиянием умственного утомления сменились полушария, в которых преобладали величины K_s . Такая смена полушарий вследствие неравномерного увеличения коэффициента синхронизации в правом и левом полушарии произошла на 7 электроэнцефалограммах из 11, в том числе на 4 электроэнцефалограммах K_s в правом полушарии значительно превышал этот же показатель в левом полушарии.

В еще большей степени этот факт смены полушарий по выраженности асимметрии реактивных потенциалов был по показателю ΣA_s . Если до занятий асимметрия по ΣA_s была на 11 электроэнцефалограммах, то после занятий она стала уже на 13 электроэнцефалограммах из 14, в том числе на 9 она была значительной.

Однако знаменательным было то, что теперь уже в 9 случаях из 13 эта асимметрия была за счет большей величины показателя ΣA_s не в левом полушарии, а в правом. Если утром эта величина была больше в 8 случаях в левом полушарии, а в 2 случаях в правом, то после занятий имелась обратная картина: при абсолютном росте числа асимметрий и их выраженности в 9 случаях она была больше в правом полушарии и только в 4 случаях в левом. В этих 9 случаях разрыв в величинах правого и левого полушария был значительным.

В качестве иллюстрации приведем конкретный случай влияния 6 часов работы в классе на реактивные потенциалы правого и левого полушария головного мозга у девочки Любы С., 14 лет. Исследование от 6/V 1959 г.: на электроэнцефалограмме (рис. 49, А) видна запись реактивных потенциалов в затылочно-височном отведении обоих полушарий при частоте стимуляции 13 герц утром до занятий. Шесть часов классной работы усилили процесс внешней синхронизации, амплитуда реактивных потенциалов увеличилась (рис. 49, Б). Графически анализ электроэнцефалограммы правого и левого полушария наглядно показывает нарастание асимметрии после занятий. Эта асимметрия меньше выражена по показателю K_s (рис. 49, В) и значительно резче по показателю ΣA_s — разница между показателями ΣA_s правого и левого полушария после занятий при частоте 13 герц достигает 3150 мкв. В результате умственного утомления после 6 часов работы эта величина в правом полушарии увеличилась на 4850 мкв, а в левом — на 1900 мкв.

Сообщенный материал показывает, что в большинстве электроэнцефалограмм утром мозг ребенка имеет лишь некоторую асимметрию электрической реактивности между правым и левым полушарием. Показатели синхронизации (K_s и ΣA_s) при этом несколько выше в левом полушарии. После 6 часов работы в классе, когда на уровнях коры и подкорковых образований имеются изменения баланса основных нервных процессов в сторону торможения, как это было показано в главах III и IV, асимметрия синхронизации увеличивается как количественно, так и качественно. Оба показателя синхронизации преобладают уже не в левом, а в правом полушарии. Сама же асимметрия приобретает значительно более выраженный характер. Динамика межполушарных асимметрий лишний раз показывает их функциональный, подвижный характер.

Какова же природа наблюдаемой нами реакции усвоения ритма нервными элементами мозга?

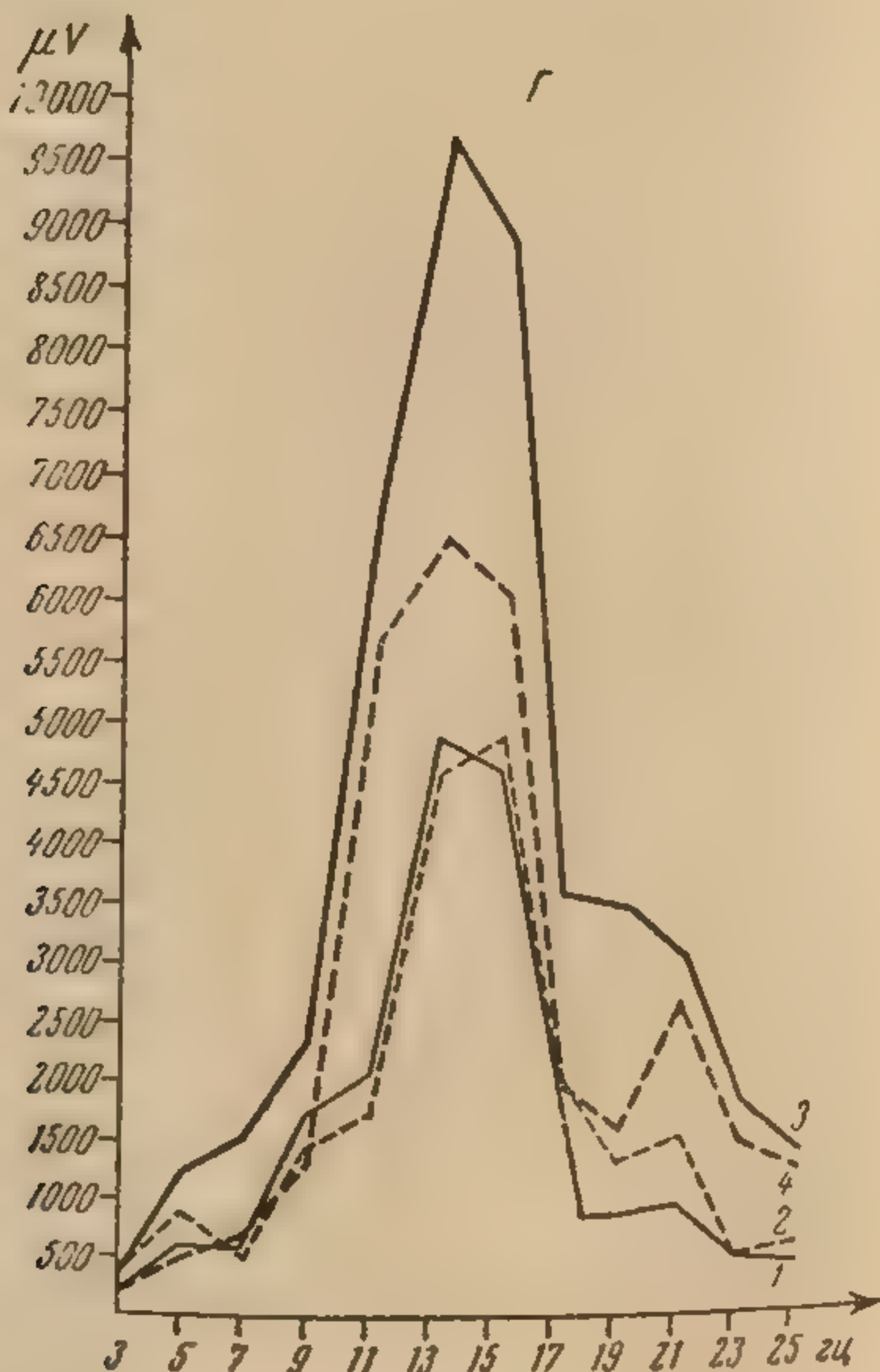
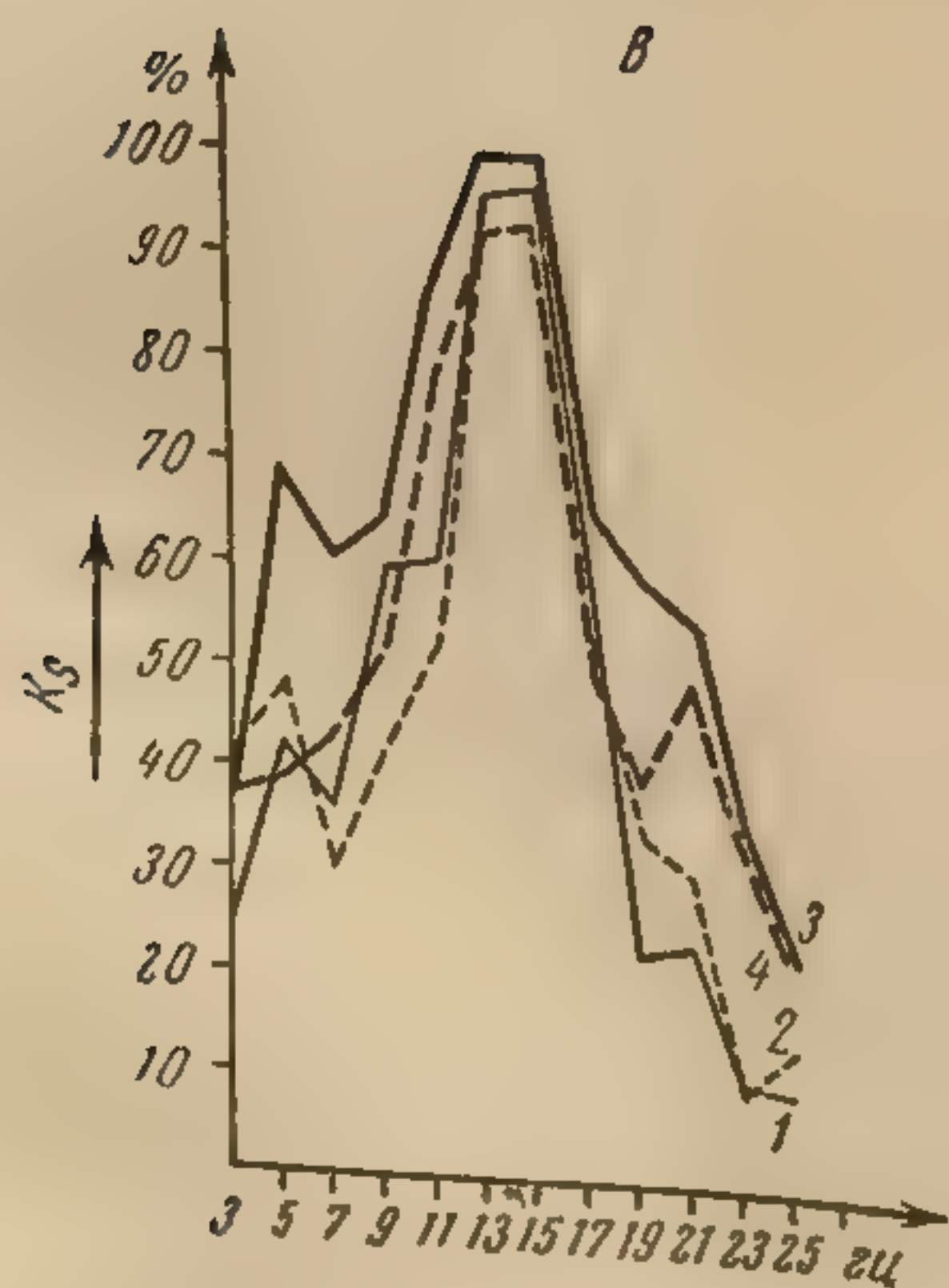
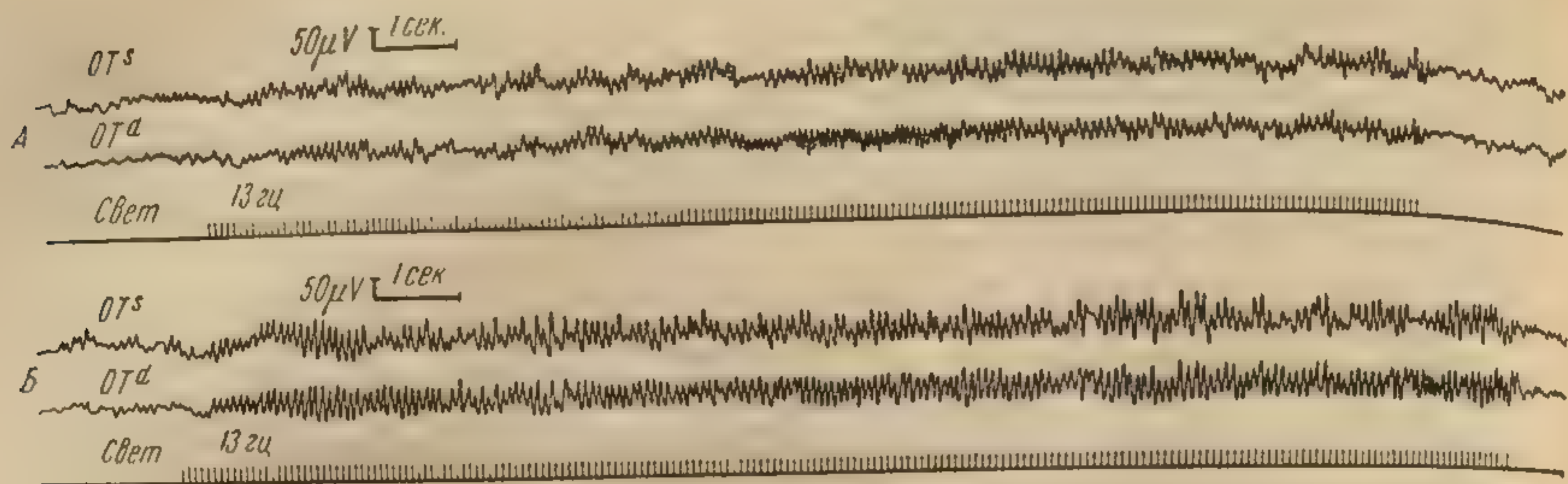


Рис. 49. Исследование реактивных потенциалов правого и левого полушарий Любы С., 14 лет, 6/V 1959 г.

Обозначения те же, что на рис. 31.
До уроков — правое (1), левое (2) и после уроков — правое (3), левое (4) полушария.

Мы уже говорили, что впервые явление усвоения ритма в нервных центрах было открыто в условиях миографической методики Н. В. Голиковым (1927) в лаборатории, руководимой А. А. Ухтомским. Однако в условиях электроэнцефалографического метода явление усвоения впервые было открыто Эдрианом и Метьюсом в 1934 г.

Впервые гипотезу о природе реакции усвоения сформулировал Эдриан (Adrian, 1934, 1935). Согласно этой гипотезе, реакция усвоения представляет собой изменение фоновой ритмики. Другими словами, под влиянием ритмического света происходит следование альфа-ритма за частотой световых мельканий. Однако позже Эдриан (Adrian, 1944) останавливается на несколько иной точке зрения. При открытых глазах, по его данным, альфа-ритм исчезает, а на его месте возникает новый ритм, навязанный ритмическим светом. При закрытых же глазах в затылочных отделах происходит борьба ритмов: собственно альфа-ритма и ритма, навязываемого извне. В этом случае возможны различные взаимодействия между этими двумя ритмами, которые и обуславливают ту сложную картину, которая представлена на электроэнцефалограмме. Большую роль в этом взаимодействии, по мнению автора, играет соотношение яркости источника света и выраженность реакции «внимания», определяемой подкорковыми образованиями.

Таким образом, в работах Эдриана мы находим первоначальный источник основных гипотез о природе реакции усвоения ритма: 1) реакция усвоения есть изменение фоновой ритмики; 2) реакция усвоения есть появление реактивных потенциалов; 3) реакция усвоения есть результат взаимодействия «спонтанной» ритмики и реактивных потенциалов.

В дальнейшем различные авторы придерживаются и развивают какую-либо одну из этих гипотез. Так, М. Н. Ливанов (1940б, 1944) считает, что реакция усвоения есть видоизмененный альфа-ритм. По М. Н. Ливанову, внешнее воздействие не вносит в электроэнцефалограмму принципиально нового, а лишь модифицирует спонтанные колебания ее, сохраняя значение частот.

Уолтер (Walter, Dovey, Shipton, 1946; Walter, Walter, 1949) считает, что сходство между реактивными потенциалами и альфа-ритмом только поверхностное, на самом деле усвоение ритма есть результат взаимодействия альфа-ритма и вызванных потенциалов, обусловленных резонансными явлениями. В какой-то мере сходную точку зрения высказывает Томен (Thoman, 1941), о чем мы говорили выше. Механизм колебания потенциала на одиночные и ритмические световые стимулы изучали на кошках Гасто и Гюнтер (Gastaut, Hunter, 1950). Они установили, что при одиночных вспышках или редких ритмических раздражениях ответ коры состоит из трех компонентов: первичного ответа (в свою очередь подразделяющегося на 3 фазы), более медленных альфаподобных волн

и еще более медленных волн. При повышении частоты стимуляции форма ответов заметно «упрощается», происходит «сжатие» имеющихся колебаний, их отсечение и наложение. Сперва отсекается компонент альфаподобных волн, затем конечные фазы первичного ответа, наконец, остается только начальная фаза первичного ответа, т. е. положительный спайк. Именно эти спайки, попадающие в интервал между двумя вспышками, и есть, по авторам, «усвоенный ритм». По данным Кона (Chon, 1952), усвоение ритма не является первичным ответом, состоящим из трехфазных колебаний затылочной коры, но происходит от этого ответа. Сходные с Гасто факты описывает Циганек (Ciganek, 1958, 1959, 1961).

Подробно изучалась реакция усвоения Г. Д. Смирновым (1957). Он обнаружил, что реакция усвоения ритма отличается от первичного ответа фазой «врабатывания в ритм» (Ухтомский): на первое раздражение существует полный ответ, вслед за которым реакция исчезает — следует период тахиритмии — и лишь затем происходит постепенное восстановление реакции усвоения. Оптимальные ритмы, по Г. Д. Смирнову, дают наиболее выраженные реактивные явления в коре. Усвоение ритма представляет собой серию потенциалов действия, которые в результате особенностей ритмического светового раздражения и условий отведения приобретают форму относительно простых колебаний.

В последних своих работах Г. Д. Смирнов (Мещерский и Смирнов, 1961) вскрыл специфику реакции усвоения. При ее образовании из первичных ответов дело не ограничивается только отсечением той или иной фазы вызванных потенциалов или явлениями, связанными с рефрактерностью и облегчением. В зависимости от частоты и длительности раздражения меняется компонентный состав каждого звена ритмической реакции. При относительно медленных ритмах раздражения преобладают компоненты обычного вызванного потенциала. При учащении ритма в кривой начинают доминировать экстра-потенциалы. Наконец, при еще более частых ритмах или в определенную фазу ритмической реакции кривая состоит в основном из относительно медленных колебаний, похожих на волны фоновой электрической активности. Последнее и повело, указывает Г. Д. Смирнов, к ошибочному представлению о том, что при ритмическом раздражении меняется ритм фоновых колебаний и возникает их «следование» за ритмом раздражения.

Последние работы (Гусельников и Супин, 1962) подтверждают, что когда при реакции усвоения имеются альфа-колебания, скорость их развития существенно не зависит от ритма раздражения, а значит, и циклические нервные процессы, лежащие в основе альфа-волны, не зависят от ритмического раздражения. Альфа-волны могут лишь чаще или реже прерываться внешними раздражениями, но в интервале между стимулами развиваются по собственным законам.

Таким образом, мы видим, что на природу реакции усвоения существует две крайние точки зрения. Представители первой точки зрения (М. Н. Ливанов, Уолтер) считают, что вызванные ритмическим светом потенциалы лишь влияют на те группы корковых нейронов, которые работают в близком к мелькающему свету ритме.

Представители другого направления Гасто и Г. Д. Смирнов считают, что реакция усвоения складывается из первичных ответов, изоритмично следующих за частотой световых вспышек, измененных их нахождением в ритмическом ряду. Этой точки зрения придерживаются многие исследователи (Копылов, 1956; Мельничук, 1958; Воронин и Гусельников, 1959, и др.). Между этими крайними точками зрения имеется ряд промежуточных воззрений на природу реактивных потенциалов. Нам точка зрения Гасто и Г. Д. Смирнова представляется наиболее интересной и перспективной, хотя вопрос о природе реакции усвоения до сих пор окончательно не решен.

Для нас важно то, что реактивные потенциалы зависят от метаболических процессов в мозговой ткани и прежде всего от уровня синаптических передач в коре и ретикулярной формации мозгового ствола, от корково-подкорковых взаимоотношений, от функционального состояния головного мозга.

Заключение

До сих пор для изучения мозговой деятельности при умственном утомлении никто не использовал исследование реактивных потенциалов. Впервые применив метод реактивных потенциалов к изучению умственного утомления, мы столкнулись с проблемой оценки этих потенциалов в ЭЭГ. Использование при обработке ЭЭГ метода ранговых оценок вносило в изучение реактивных потенциалов элементы субъективизма. Необходимо также учитывать, что мозг во всех случаях — существенно нелинейная система. Поэтому применение для обработки ЭЭГ автоматических анализаторов, производящих гармонический анализ, принципиально невозможно¹. Как же тогда адекватно обрабатывать ЭЭГ? По природе ЭЭГ интерференционная кривая, образованная разрядами миллионов нейронов по закону больших чисел. Следовательно, к обработке ЭЭГ правомерно применить теорию случайных функций². Согласно этой теории, задача обработки ЭЭГ сводится к оптимальному выделению названного ритма (сигнала) в фоновой электрической активности мозга (шум). Суть оптимальной обработки состоит в определении апостериорной вероятности $[P_y(x)]$, основываясь на знании априорной вероятности $[P(x)]$. Определить апостериорную вероятность можно вычислив коэф-

¹ Харкевич А. А. Спектры и анализ. М., 1957.

² Пугачев В. С. Теория случайных функций. Физматгиз. М., 1962.

коэффициент правдоподобия $[L(x)]$, устанавливающий связь между $P_y(x)$ и $P(x)$:

$$P_y(x) = k \cdot p(x)L(x). \quad (I)$$

Коэффициент правдоподобия определяется соотношением:

$$L(x) = (2\pi\sigma_m^2)^{F_0 T} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{G_0} \int_0^T [x(t) - y(t - \tau)]^2 dt \right\}, \quad (II)$$

где величины F_0 , T , σ_m^2 , G_0 — постоянные в пределах эксперимента, поэтому выражение $(2\pi\sigma_m^2)^{-F_0 T}$ не зависит от формы исходного раздражения; $x(t)$ — переданный сигнал (ожидаемый), т. е. стимулирующая мозг частота ритмического света; $y(t - \tau)$ — принятый сигнал, т. е. полученная в результате стимуляции ЭЭГ. Преобразуя выражение:

$$\int_0^T [x(t) - y(t - \tau)]^2 dt = \int_0^T x^2(t) dt + \int_0^T y^2(t - \tau) dt - 2 \int_0^T x(t)y(t - \tau) dt \quad (III)$$

получим, что коэффициент правдоподобия зависит от последнего интеграла, который представляет собой *функцию взаимной корреляции* — $g(t)$. Следовательно, для вычисления $L(x)$ достаточно вычислить

$$g(t) = \int_0^T x(t)y(t - \tau) dt, \quad (IV)$$

где T — время наблюдения. Из формулы (IV) следует, что необходимо взять полученную ЭЭГ, перемножить с сигналом ожидаемым (ритм световой стимуляции, подаваемый на мозг) и усреднить по ансамблю всех значений. Описанные операции обеспечивают *оптимальное* выделение реактивных потенциалов из фоновой электрической активности. Именно так нами были получены все графики изменений K_s и ΣA_s , где K_s — вероятность ожидаемой функции, а ΣA_s — ее энергия. Примененный метод есть *метод взаимной корреляции*, позволяющий установить временную связь между процессом ритмической стимуляции и процессом ее усвоения мозгом.

Изучение реактивных потенциалов головного мозга школьников до и после 5—6 часов занятий в школе показало, что по характеру изменений электроэнцефалограмм все 110 изученных детей можно разбить на 3 группы.

В первой группе, состоящей из 80 детей (73%), реактивные потенциалы после умственных занятий увеличивались. Возрастал показатель суммарной энергии реактивных потенциалов, особенно резко в центре

спектра усваиваемых частот. Во многих случаях увеличивался и коэффициент синхронизации, но не резко.

Во второй группе, состоявшей из 20 детей (18%), существенных изменений по обоим определяемым параметрам не отмечалось.

В третьей группе, включавшей 10 детей (9%), наблюдалась обратная зависимость: оба показателя синхронизации (K_s и ΣA_s) имели после занятий тенденцию к понижению.

Основная тенденция при развитии умственного утомления энергии реактивных потенциалов головного мозга была выражена более чем у $2/3$ всех детей и носила абсолютный характер, коррелируясь с нарушениями нормальных корково-подкорковых взаимоотношений (тормозные состояния в коре и подкорке). Однако эта тенденция проявлялась по-разному. У одних детей она была выражена резко: увеличение энергии реактивных потенциалов охватывало весь спектр частот и сочеталось с увеличением коэффициента синхронизации также по всему спектру или в центральной и высокой его частях (например, исследования Юры А., Вани Р.). У других детей абсолютный и резкий рост энергии реактивных потенциалов под влиянием утомления по всему спектру частот не сопровождался таким же тотальным увеличением коэффициента синхронизации и увеличение последнего носило ограниченный характер, затрагивая обычно высокую часть спектра усваиваемых частот (например, исследования Тани Л., Оли Л.). Можно было наблюдать, когда тотальное увеличение энергии реактивных потенциалов, особенно резко выраженное в средней и высокой частях спектра, сопровождалось умеренным увеличением коэффициента синхронизации также в средней и высокой частях спектра, а в низкой части спектра коэффициент синхронизации имел даже тенденцию к некоторому уменьшению по сравнению с утренним фоном (например, исследование Юры С.). Наконец, можно было наблюдать такие случаи, когда наблюдалась диссоциация между показателями ΣA_s (увеличение) и K_s (уменьшение) для различных частот реактивных потенциалов. Указанная диссоциация находила свое рациональное объяснение при сопоставлении результатов изменения реактивных потенциалов под влиянием умственного утомления с результатами изменения корково-подкорковых взаимоотношений в тех же условиях. Оказалось, что в этих условиях при умственном утомлении появляются «спонтанные» колебания возбудимости на уровне подкорковых центров (сосудистого и дыхательного), сочетающиеся с тормозными фазами в коре больших полушарий. Если при тормозных фазовых состояниях наблюдается обычно усиление в мозгу процессов синхронизации навязываемых ритмов за счет вовлечения в них новых нервных элементов, то колебания возбудимости, по-видимому, обусловили периодическое нарушение воспроизведения мозгом частоты световой стимуляции, срывы на собственный альфа-ритм. Это обстоятельство и

обусловило уменьшение качественного показателя синхронизации; описанное явление наблюдалось, в частности, при исследовании Шуры Л.

Рассматриваемая общая тенденция увеличения показателей синхронизации при умственном утомлении проявлялась и в других вариантах зависимости. Можно было видеть на графиках анализа ряда исследований сдвиг кривых обоих показателей синхронизации вправо в сторону высокой части спектра, иногда со значительным подъемом на частотах 21—23 герца (например, исследования Любы С., Игоря Н.). Указанный сдвиг кривых после занятий иногда происходил в обе стороны (например, исследования Рашида Н., Гали Д.). Встречались случаи, когда общая тенденция увеличения при утомлении обоих показателей чередовалась в отдельных узких полосах спектра частот с уменьшением этих показателей (например, исследования Андрея К., Славы С.).

Общая тенденция противоположного характера (уменьшение показателей синхронизации после умственной работы) наблюдалась у очень малочисленной группы детей, составлявшей $\frac{1}{11}$ от всех детей или $\frac{1}{8}$ от количества детей первой группы, и также имела три различных варианта. В первом варианте наблюдалось значительное уменьшение показателя ΣA_s по всему спектру при одновременном незначительном улучшении показателя K_s . Во втором варианте отмечалось резкое уменьшение в высокой части спектра (которая утром имела высокие цифры) обоих показателей синхронизации после занятий. Наконец, в третьем варианте оба показателя синхронизации уменьшались по всему спектру, но K_s уменьшался незначительно, а ΣA_s уменьшался значительно.

Наконец, специальное сравнение обоих показателей синхронизации в правом и левом полушарии показало, что утром до занятий в большинстве случаев имеется некоторая асимметрия электрической реактивности между правым и левым полушарием.

Показатели синхронизации при этом несколько выше в левом полушарии. После 6 часов умственной работы в классе происходит количественное и качественное усиление этой асимметрии. Оба показателя синхронизации уже преобладают не в левом, а в правом полушарии головного мозга. Асимметрия же приобретает выраженный характер. Это показывает, что асимметрия имеет чисто функциональный характер и под влиянием умственной работы изменения возбудимости в правом и левом полушарии происходят неодинаково, вызывая изменение или появление межполушарных асимметрий электрической реактивности. Какое участие в рассмотренных изменениях реактивных потенциалов мозга принимает ретикулярная формация мозгового ствола? С каким механизмом связаны изменения синхронизирующей способности коры при воспроизведении ритмов световой стимуляции?

Приблизиться к ответу на эти вопросы мы попытаемся в последующих главах данной книги.

Глава VI

ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ АДРЕНОРЕАКТИВНЫХ СИСТЕМ АКТИВИРУЮЩЕЙ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ НА РЕАКТИВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА РЕБЕНКА

В предыдущей главе была установлена главная тенденция в изменениях электрической реактивности головного мозга у детей школьного возраста под влиянием утомления, вызванного 5 или 6 часами умственной работы в классе. Эта тенденция проявлялась в увеличении энергии реактивных потенциалов и коэффициента их синхронизации. Вместе с тем результаты исследования корково-подкорковых взаимоотношений, описанные в IV главе, ясно свидетельствовали об известном угнетении функции подкорковых образований при умственном утомлении.

Сопоставляя полученные факты, казалось бы естественным сделать предположение о важной роли угнетения восходящей активирующей системы ретикулярной формации головного мозга в улучшении способности мозга воспроизводить частоту световых мельканий.

Однако для такого ответа на поставленный вопрос еще не хватало прямых доказательств и заключение о роли активирующей системы ретикулярной формации в наблюдавшемся нами усилении процессов синхронизации реактивных потенциалов было далеко не таким ясным, как нам хотелось, и продолжало оставаться в области гипотетических суждений.

Для получения прямых доказательств участия ретикулярной формации в явлении умственного утомления нами было поставлено 5 серий специальных исследований по клинической нейрофизиологии. Работы эти проводились в отоларингологическом отделении Московской детской клинической больницы № 9 имени Ф. Э. Дзержинского, возглавляемом детским отоларингологом Ф. Ф. Маломужем. Исследования по клинической нейрофизиологии в общей сложности охватили большую группу — 170 детей и способствовали выяснению механизма изменений биоэлектрической реактивности мозга при умственном утомлении, а также

повели к разработке для клинических целей детской отоларингологии метода одновременной блокады адрен- и М-холинергических механизмов ретикулярной формации, который был нами внедрен в практику ЛОРопераций у детей (Пратусевич, Маломуж, 1960, 1962; Сперанский и Пратусевич, 1961а, б, д; Пратусевич, Маломуж, Денисенко, 1962). Результаты этих исследований посвящены настоящая и последующие главы.

Задача первой серии опытов сводилась к выяснению роли адренергических механизмов ретикулярной формации в реакции усвоения ритма световых мельканий мозгом ребенка. Однако для правильного суждения о результатах этих опытов необходимо, хотя бы кратко, остановиться на современных представлениях о передаче нервных импульсов и значении для этого адренореактивных систем ретикулярной формации, а также на веществах, блокирующих эти адренореактивные системы синапсов.

Еще Эллотт (Elliott) в 1905 г. на основании воспроизведения адреналином всех эффектов симпатических нервов предположил, что он вырабатывается на концах симпатических нервов и является передатчиком их импульсов. Большое количество работ по вопросу о химической передаче нервных импульсов было выполнено Кэнноном с сотрудниками (Cannon, Rosenblueth, 1937), который назвал вещество, выделяющееся на концах симпатических нервов при их раздражении, симпатин. Кэннон утверждал, что симпатин и адреналин идентичны. Большая заслуга в развитии учения об адренореактивных системах в синапсах нервной системы принадлежит Эйлеру (Euler, 1946), который обнаружил в организме животных норадреналин. Больше всего норадреналина Эйлер нашел в симпатических нервах. Лишь после этого норадреналин заинтересовал физиологов и медиков (он напоминает адреналин, отличаясь от него только отсутствием в конце боковой цепи CH_3 -группы, расположенной у атома азота). В 1949 г. Пирт (Peart) установил, что норадреналин высвобождается при раздражении нервов селезенки. При этом соотношение норадреналина и адреналина в крови, оттекающей от селезенки, было 10:1. Эти результаты были подтверждены другими учеными. Следовательно, основным передатчиком нервных импульсов, высвобождающимся при раздражении адренергических нервов, является норадреналин. Большой материал по этому вопросу приведен в очень интересной монографии Эйлера (Euler, 1956). Основной путь инактивации симпатических медиаторов происходит путем окислительного дезаминирования при помощи фермента амин-оксидазы.

В последнее десятилетие изжила себя господствовавшая раньше электрическая теория синаптической передачи. Всеобщее признание получила химическая теория, ныне разделяемая и развиваемая даже

прежними ее противниками. При помощи прямых микрометодов (микроэлектроды, микроинъекции, электронная микроскопия) было доказано и детально изучено выделение активного вещества синаптическими окончаниями. Более того, в последнее время появились сообщения о электронеовозбудимости субсинаптической области нервных клеток. Последняя оказалась высоким образом специализирована к восприятию химического передатчика. В результате появились классификации веществ медиаторного действия. Одна из последних наиболее глубоких и разработанных классификаций предложена С. В. Аничковым (1961). Приводим ее полностью.

- I. Вещества, действующие в области холинергических синапсов.
 1. Медиатор—ацетилхолин.
 2. Вещества холиномиметические:
 - а) возбуждающие М- и Н-холинореактивные системы (М- и Н-холиномиметики);
 - б) возбуждающие Н-холинореактивные системы (Н-холиномиметики, вещества никотиноподобного действия);
 3. Усилители ацетилхолина (антихолинэстеразные вещества).
 4. Вещества холинолитические:
 - а) преимущественно блокирующие М-холинореактивные системы (М-холинолитики, вещества атропиноподобного действия);
 - б) блокирующие периферические М- и Н-холинореактивные системы (периферические М- и Н-холинолитики);
 - в) преимущественно блокирующие периферические Н-холинореактивные системы (ганглиолитики и курареподобные вещества);
 - г) преимущественно блокирующие центральные холинергические синапсы (центральные холинолитики).
- II. Вещества, действующие в области адренергических синапсов.
 1. Медиаторы—норадреналин и адреналин.
 2. Адреномиметические вещества.
 3. Усилители адренергических медиаторов (вещества антиаминоксидазного действия).
 4. Аденолитические вещества.

В настоящее время общепризнано положение о существовании в ретикулярной формации нервных структур, особенно чувствительных к адреналину и норадреналину. Отправным пунктом для этого послужили исследования Бонвалле, Делла и Хибеля (Bonvallet, Dell, Hiebel, 1954). Они производили болевое раздражение у здорового животного (обездвиженного флаксидом) и получали длительную активацию коры на электроэнцефалограмме. Параллельно поздней фазе этой активации нарастал тонус симпатического отдела нервной системы (вазомоторные эффекты и выделение адреналина в кровь). Перерезка мозгового ствола выше продолговатого мозга устраняла при болевом раздражении лишь раннюю фазу активации электроэнцефалограммы, не влияя на ее последнюю фазу, которая наступала одновременно с так называемой адреналовой фазой рефлекторно вызванного повышения артериального давления. Внутривенное введение адреналина в малой

дозе (5—8 мкг/кг) вызывало активацию электроэнцефалограммы как у интактных кошек, так и у кошек с перерезанным мозговым стволом на уровне выше продолговатого мозга или варолиева моста. Наконец, после перерезки мозгового ствола на уровне между буграми четверохолмия и верхней границы варолиева моста даже значительно более высокие дозы адреналина совершенно не вызывали реакцию активации электроэнцефалограммы.

Эти опыты показывают не только важную роль адреналина в реакции активации электроэнцефалограммы, но и доказывают, что он действует не непосредственно на кору, а на структуры варолиевого моста и среднего мозга. В этом плане весьма важен установленный Ротбаллером (Rothballer, 1956) факт, что реакция на адреналин постепенно исчезает с прогрессивным повреждением среднего мозга.

Ротбаллер показал, что на электроэнцефалограмме адреналин и норадреналин действуют одинаково при одинаковых дозах. Делл с сотрудниками (Dell, Bonvallet, Hugelin, 1954; Dell, Bonvallet, 1956) и Ротбаллер (Rothballer, 1956) предположили наличие в ретикулярных синапсах адренергических механизмов. Это предположение подтверждается определенным соответствием фармакологических и биохимических данных. Так, было обнаружено, что вещества, химически и физиологически близкие адреналину (адреномиметики, по классификации С. В. Аничкова), также вызывают активацию электроэнцефалограммы. Такие опыты были поставлены с эфедрином (Бремер, 1936), амфетаминном или фенамином (Bradley, 1953; Bradley, Elkes, 1953; Hiebel, Bonvallet, Huve, Dell, 1954), фенилефрином или мезатоном (Rothballer, 1957). Они показали, что реакция пробуждения исчезает на электроэнцефалограмме при соответствующих перерезках мозгового ствола выше варолиевого моста. Бонвалле, Южлен и Делл (Bonvallet, Hugelin, Dell, 1956), а также Брэдли и Моллика (Bradley, Mollica, 1958) в опытах на кошках с применением микроэлектродных отведений изолированных групп нейронов ретикулярной формации среднего и продолговатого мозга показали, что малые дозы адреналина при внутривенном и внутрикаротидном введении влияют на импульсацию ретикулярных нейронов. Нейроны же специфических сенсорных систем не реагировали на адреналин (5—25 мкг) при указанном способе введения в русло крови.

В пользу существования в мездиэнцефалической ретикулярной формации адренорецептивных систем говорили также исследования Фогт (Fogt, 1954), А. М. Утевского, В. О. Осинской, А. Я. Могилевского (1960). Фогт обнаружила, что у кошек адреналин, и в особенности норадреналин, содержится в значительных количествах в сером веществе гипоталамуса, варолиевого моста, продолговатого мозга. Исследования последнего времени, проведенные А. М. Утевским с сотрудниками при помощи нового флуоресцентно-аналитического метода, дающего воз-

возможность дифференцировать и количественно определять адреналин, норадреналин и продукты окисления катехоламинов, уточнили данные Эйлера и Фогт, внося в них существенные коррективы. Оказалось, что в головном мозгу собаки содержатся в разных концентрациях норадреналин и продукты окисления катехоламинов, адреналин же в головном мозгу собаки не обнаружен. Наибольшие количества норадреналина найдены в гипоталамусе, покрышке среднего мозга, варолиева моста и продолговатого мозга. Заметные количества норадреналина содержатся в лямбической коре и субстанции нигра.

Последние работы Делла (1960), сообщенные на Международном симпозиуме по адренергическим механизмам, дали ему возможность сделать вывод о том, что основное место действия адреналина при введении его в русло крови локализуется в ограниченной области задней части гипоталамуса и передней части мезэнцефалона. Производилось также изучение реакции ретикулярной формации и вегетативных ядер таламуса на введение малых доз адреналина человеку (Гращенко, Кассиль, Латаш, Ордынец, 1960; Латаш, 1961).

Центральный адреналитик аминазин (хлорпромазин) ослабляет активацию электроэнцефалограммы в ответ на сенсорные раздражения, раздражения ретикулярной формации и внутривенное введение малых доз адреналина (Hiebel, Bonvallet, Dell, 1954; Агафонов, 1961; Longo, 1956; Анохин, 1958, 1959; Вихляев, Любимов, 1961).

Он вызывает угнетение спонтанной двигательной активности, несколько расслабляет мускулатуру, вызывает сонливость, оказывает выраженный седативный эффект, снимая страх, напряжение, беспокойство. Эти свойства его были подтверждены в опытах на животных (Машковский, 1956; Monnier, Krup, 1959; Steinberg, Watson, 1959; Kaada, Bruland, 1960; Longo, 1960).

По данным Брэдли и Маньи (Bradley, Magni, 1957), аминазин тормозит разряды отдельных клеточных элементов ретикулярной формации, преимущественно в ее ростральной части, блокируя проведение импульсов с коллатералей афферентных путей в ретикулярную формацию. Исследования А. В. Вальдмана, З. Н. Ивановой, Г. В. Ковалева, В. П. Лебедева, А. И. Шаповалова (1961) подтвердили данные П. К. Анохина (1959) о функциональной (в том числе фармакологической) неоднородности ретикулярной формации. А. В. Вальдман с соавторами изучил влияние аминазина на деятельность отдельных нейтронов этой системы, расположенных на различных ее уровнях. Спонтанная активность нейронов угнеталась у децеребрированных кошек 2—5 мг/кг аминазина. Однако на уровне моста и продолговатого мозга были обнаружены нейроны, спонтанная активность которых не изменялась даже при увеличении дозы аминазина. То же наблюдалось и в отношении вызванных потенциалов.

Эти же авторы показали на кроликах, что реакция активации электроэнцефалограммы, вызываемая световыми, звуковыми, болевыми раздражениями, подавлялась аминазином в дозе 0,5—1 мг/кг с одновременным усилением синхронизации фоновой электроэнцефалограммы. Вместе с тем оказалось, что аминазин совсем не влияет на проведение афферентных возбуждений по специфическим путям (первичные ответы при раздражении седалищного нерва в соматосенсорной области кошки не угнетались).

Было показано гипотензивное действие аминазина на систолическое и диастолическое артериальное давление (Gunn, Jouvét, King, 1955; Либерман, Машковский, 1959; Машковский, 1960; Вальдман и сотрудники, 1961; Вихляев и Любимов, 1961). Между тем оказалось, что при раздражении ретикулярных ядер продолговатого мозга, вагусного комплекса, бульбарной сосудистой зоны аминазин подавляет ответное повышение артериального давления в различной степени (Вальдман и сотрудники, 1961). Дыхательные и сердечные реакции по отношению к аминазину ведут себя различно: рефлекторные реакции с нижних дыхательных путей и сосудов легких, возникающие при их раздражении (идут по волокнам блуждающего нерва в бульбарную часть ретикулярной формации) тормозятся (у кроликов полностью, у кошек — наполовину), а с верхних дыхательных путей афферентные раздражения, поступающие по тройничным нервам в область покрышки моста, вызывают респираторную задержку дыхания и брадикардию, которые устойчивы по отношению к аминазину, прессорные же эффекты несколько уменьшаются лишь от больших доз аминазина (Вальдман и сотрудники, 1961).

Из указанных данных авторы делают важный вывод: подавляя передачу афферентных импульсов в ретикулярной формации, включая систему солитарного тракта, аминазин не влияет на проведение импульсов в тригемино-бульбарных путях мозгового ствола. К этому факту мы вернемся в главе X, когда будем обсуждать вопрос о повышении тонуса головного мозга ребенка путем афферентных раздражений рецепторов тройничного нерва.

Наконец, еще один аспект важен для нас в действии аминазина и других производных фенотиазина. Это усиление действия снотворных, наркотиков, анальгетиков, местноанестезирующих веществ (Петровский, 1958; Машковский, 1960; Вихляев, Любимов, 1961, и др.). Одновременно он оказывает сильное противорвотное действие и устраняет икоту.

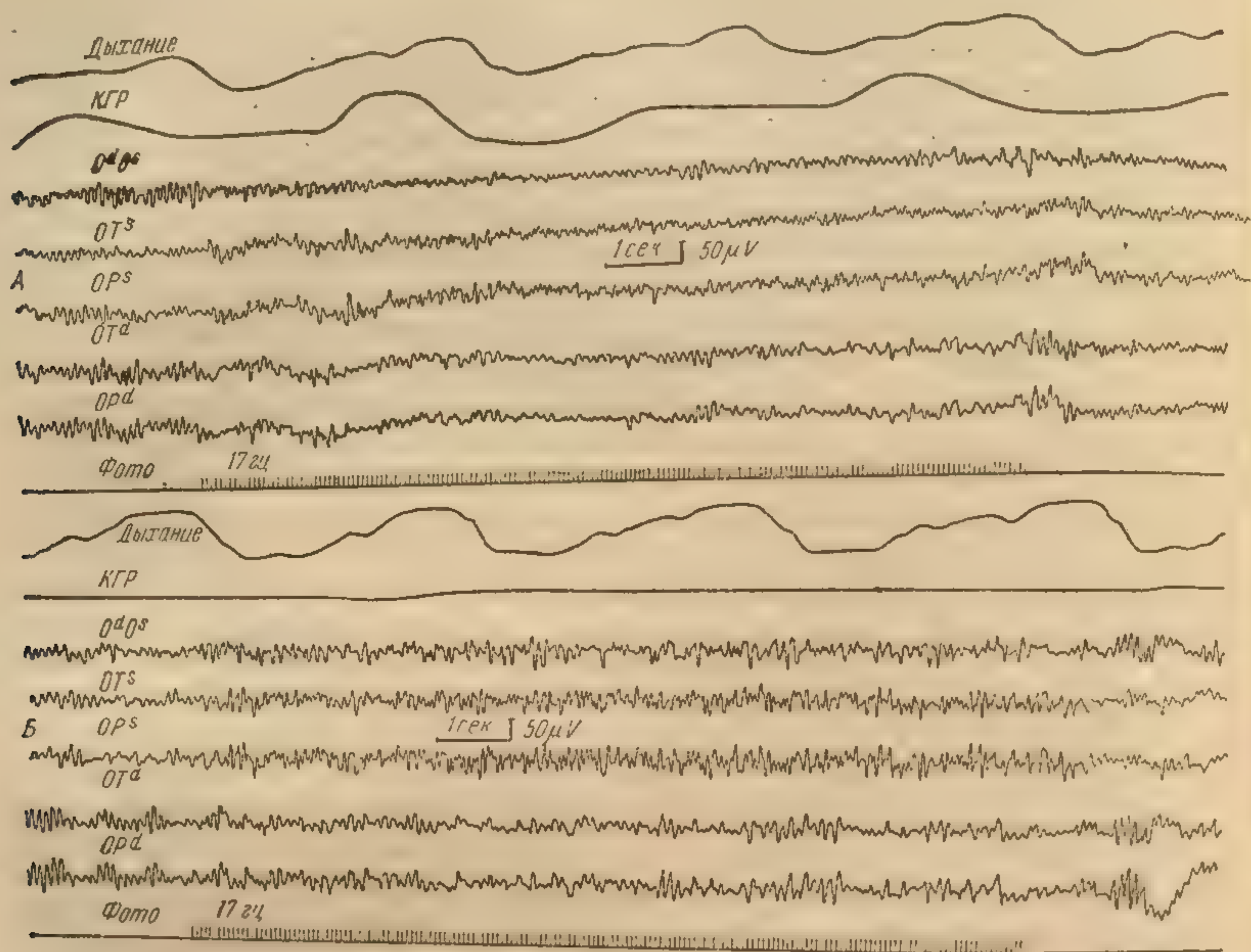
Итак, центральное действие аминазина, по современным данным, связано с его блокирующим влиянием на адренореактивные системы синапсов ретикулярной формации головного мозга, которое устраняет ее активирующее действие на кору больших полушарий (Анохин, 1958б).

Основываясь на современных представлениях о различных формах активации коры (Анохин, 1959), осуществляемых ретикулярной формацией, мы решили исследовать роль адренергического механизма последней в процессах синхронизации реактивных потенциалов.

Для анализа роли адренергического механизма ретикулярной формации в явлении усвоения световых ритмических раздражений из обширной группы транквилизаторов, обладающих центральным адренолитическим эффектом, был избран отечественный нейроплегический препарат пропазин (синоним promazine). По своему химическому строению он отличается от аминазина лишь отсутствием атома хлора в положении два фенотиазинового ядра. По фармакологическим свойствам он похож на аминазин: оказывает седативный эффект, уменьшает двигательную активность, усиливает длительность и интенсивность действия анальгезирующих, местноанестезирующих, снотворных и наркотических веществ, обладает противорвотным действием. По нейроплегическому (седативному) эффекту пропазин, обладая высокой биологической активностью, в 2 раза слабее аминазина (Машковский, 1960; Машковский и Ильюченко, 1961). Вместе с тем он вдвое менее токсичен, чем аминазин: переносится лучше аминазина и реже вызывает побочные явления. В хирургической практике пропазин используется как основной компонент литических смесей наряду с аминазином или взамен последнего¹.

В последнее время препараты фенотиазинового ряда стали сравнительно широко применяться в педиатрической практике. Так, Ю. Е. Вельтищев (1960, 1961) рекомендует применение пропазина в комплексной терапии токсических состояний у детей первых 2 лет жизни. При этом, подчеркивая индивидуальность дозы для каждого ребенка, он рекомендует среднюю дозу пропазина и дипразина для грудных детей 3 мг/кг при внутримышечном введении и 4 мг/кг при приеме внутрь. При лечении нейротоксического синдрома у детей раннего возраста автор достигал эффекта дозами пропазина 10 мг/кг в сутки. С. Д. Терновский и Н. В. Меняйлов (1960) рекомендуют для потенцированного наркоза у детей старше 5 лет смесь пропазина, дипразина, новокаин-амида, новокаина. При этом доза пропазина и дипразина рекомендуется по 5 мг/кг веса ребенка для каждого препарата. При отоларингологических операциях у взрослых также употребляются большие дозы аминазина и пропазина, вводимого внутримышечно и внутривенно. Так, Б. А. Элькун (1961) рекомендует при отоларингологических операциях использовать сочетание нейроплегии с новокаиновой анестезией.

¹ Согласно материалам Всесоюзного симпозиума по применению нейроплегиков в анестезиологии (созван Академией медицинских наук СССР в октябре 1960 г. в Москве).



Доза аминазина и пропазина, вводимая больному парентерально, достигает, по данным автора, 75—100 мг совместно с 150—225 мг дипразина и 60—70 мг промедола в зависимости от тяжести оперативного вмешательства.

Наши исследования действия пропазина были вызваны необходимостью снять у детей 11—15 лет страх перед оперативным вмешательством, синдром напряжения и беспокойства во время самой операции, а также несколько усилить и продлить местное действие новокаина. Блокируя адренореактивные системы синапсов активирующей ретикулярной формации мозгового ствола, преимущественно среднего мозга, пропазин позволял достигнуть указанного выше эффекта.

Эффект применения производных фенотиазина объяснялся, в частности, местом приложения центральных адренолитических веществ. Как указывалось, новые исследования локализации адренореактивных си-

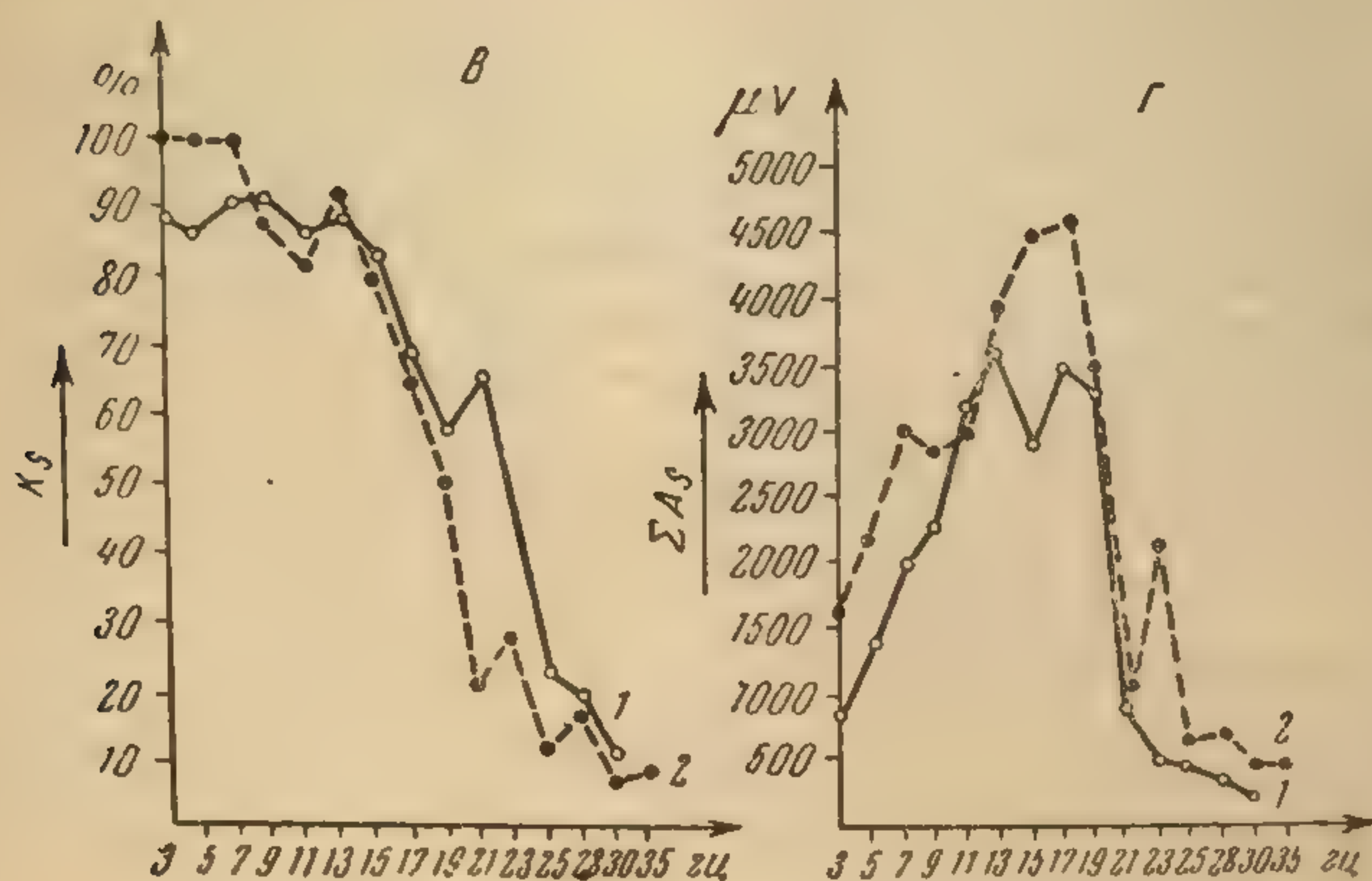


Рис. 50. Исследование реактивных потенциалов Нади Ж., 12 лет, 5/IX 1960 г.

А — электроэнцефалограмма до введения пропазина; Б — ЭЭГ после введения пропазина; В — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Г — суммарная энергия реактивных потенциалов (ΣA_s) для каждой частоты раздражителя. 1 — до введения пропазина; 2 — через 30 минут после введения пропазина.

стем мозга показали, что они преимущественно находятся в передней части среднего мозга и в задней части гипоталамуса (Dell, 1960). Эти данные согласуются с результатами биохимических исследований содержания в мозгу норадреналина. Последний в наибольших количествах найден в гипоталамусе, покрышке среднего мозга, варолиевом мосту (Утевский, Осинская, Могилевский, 1960).

По данным опытов Коллинза и О'Лири (Collins, O'Leary, 1954), а также Ливингстона и его сотрудников (Livingston et al., 1954), в ответ на болевое раздражение периферических нервов (в частности, пульпы зуба) в покрышке среднего мозга возникают вызванные потенциалы. Эти потенциалы ослабевают под действием анестезирующих веществ, эфира и усиливаются при усилении болевых раздражений.

Описанные факты дали Мэгуну (Magoun, 1958) основание предположить, что пути, проводящие боль вверх от продолговатого мозга, в значительной степени состоят из переключений через ретикулярную

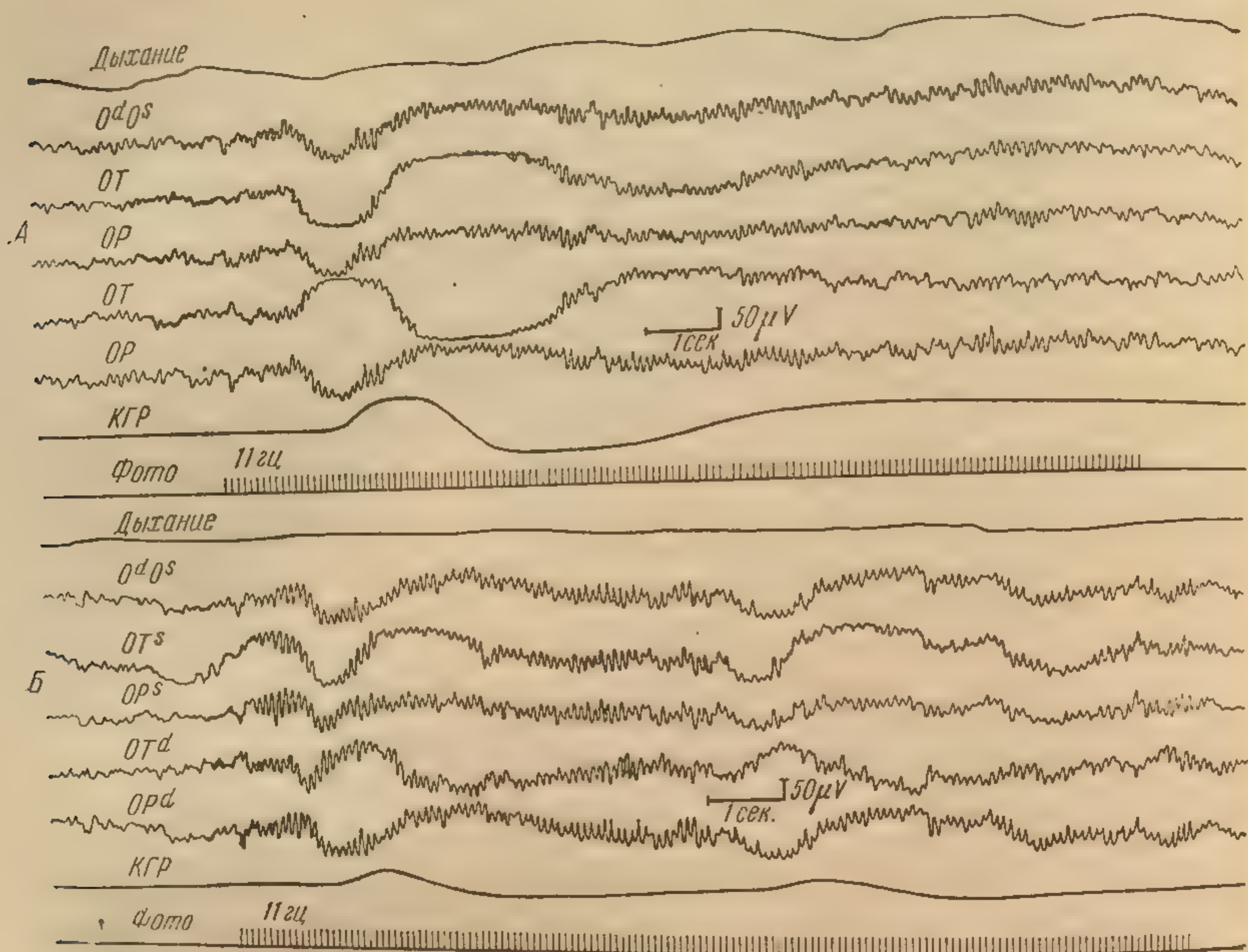


Рис. 51.

формацию мозга. Следовательно, пропазин, блокируя адренергический субстрат ретикулярной формации, воздействует и на проведение болевой чувствительности в ретикулярной формации.

Все эти особенности действия пропазина позволяли его применять у детей при такой чрезвычайно широко практикуемой отоларингологической операции, как тонзиллэктомия.

Мы применяли пропазин в дозе 0,5—1 мг/кг веса ребенка.

Указанная доза была в 4—8 раз меньше средней дозы, применяемой в клинике грудного возраста, руководимой Г. Н. Сперанским, для лечения токсических состояний. В то же время пропазин в этой дозе вызывал эффективное клиническое действие: а) снимал чувство страха и синдром тревожного напряжения и беспокойства; б) усиливал и про-
длевал действие новокаина; в) предупреждал рвоту при операции;

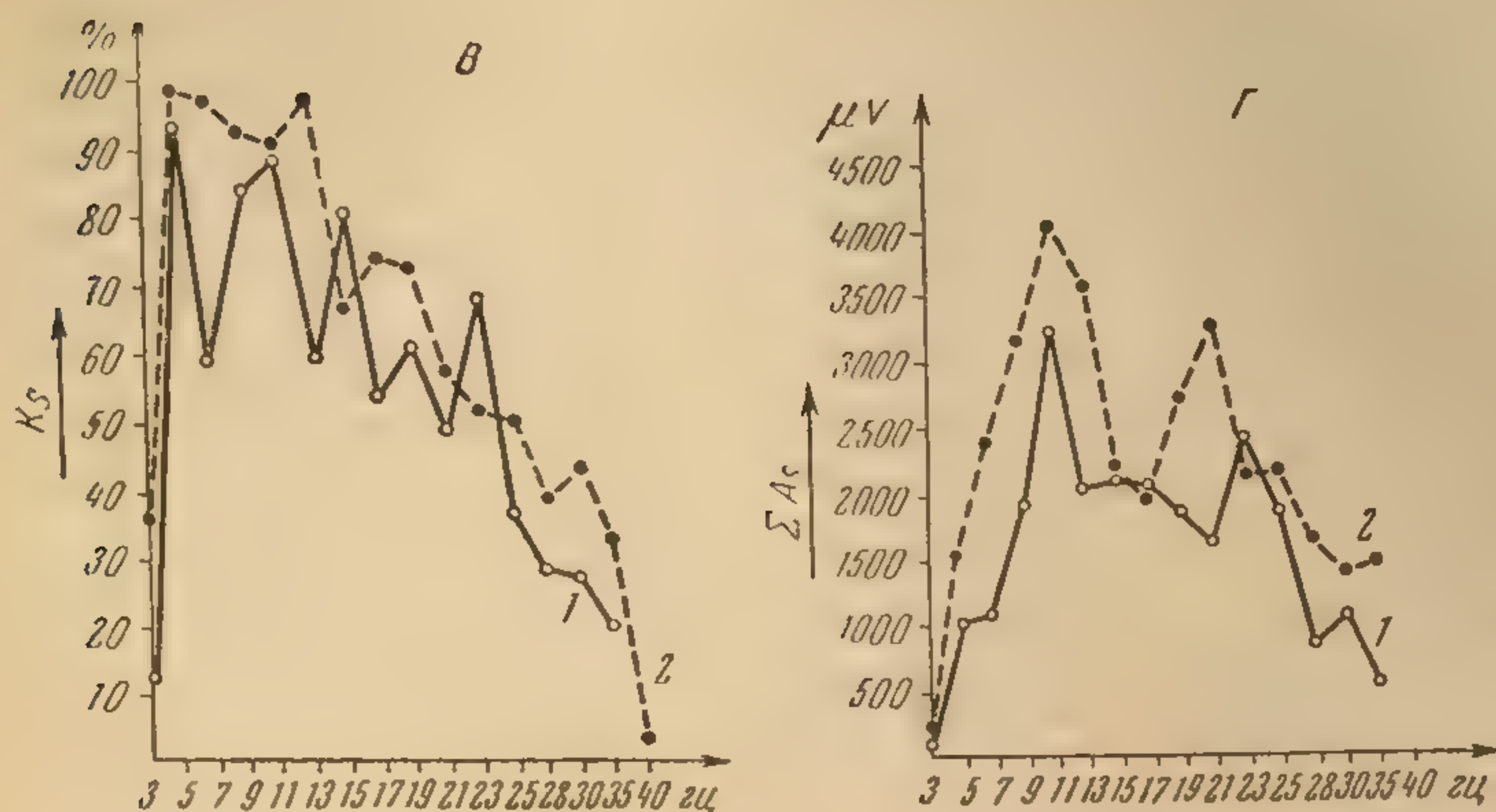


Рис. 51. Исследование реактивных потенциалов Гарика Х., 11 лет, 1/VI 1960 г.
Обозначения те же, что на рис. 50.

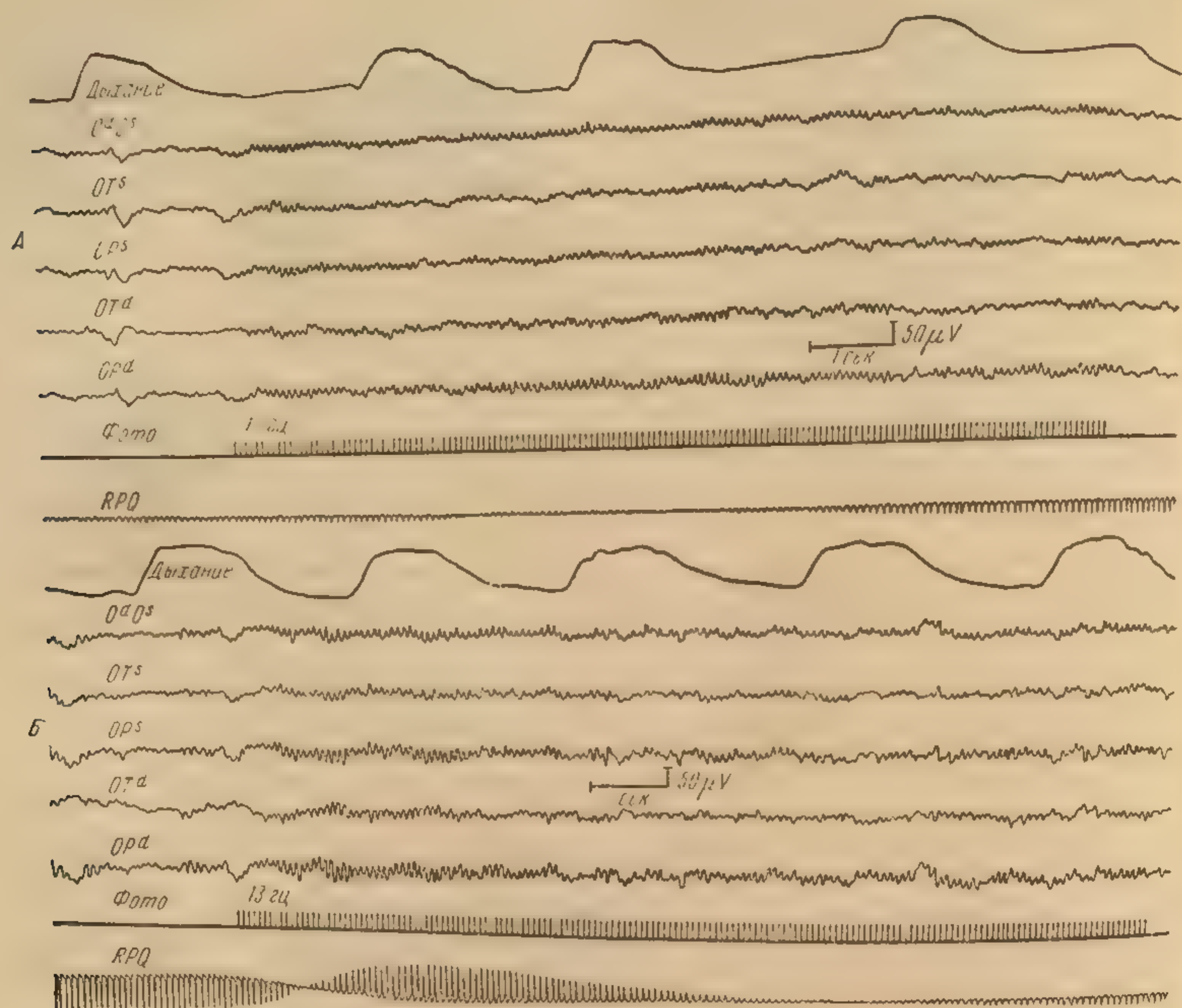
г) при действии пропазина полностью сохранялось сознание и д) наблюдались определенные сдвиги электрической реактивности мозга (Пратусевич, Маломуж, 1962; Сперанский, Пратусевич, 1961а; Пратусевич, 1961).

Реактивные потенциалы головного мозга исследовались нами у 29 детей 11—15 лет до и через 40 минут после получения пропазина. В отдельных случаях при введении препарата через рот исследование проводилось спустя 60 минут. Общая доза пропазина у различных детей колебалась от 15 до 50 мг внутрь или от 12,5 до 50 мг внутримышечно.

По характеру изменений реактивных потенциалов мозга под влиянием пропазина исследуемых детей (так же как и при умственном утомлении), можно распределить на три группы.

В первой группе, состоявшей из 18 детей (62,1%), энергия реактивных потенциалов и коэффициент синхронизации возрастали.

Во второй группе, включавшей 6 детей (20,7%), оба параметра реактивных потенциалов головного мозга до и после применения адреналина остались без видимых изменений.



В третьей группе, состоявшей из остальных 5 детей (17,2%), оба изучаемых показателя синхронизации в ответ на ритмический свет имели тенденцию к уменьшению.

Рассмотрим конкретные случаи воздействия пропазина на электроэнцефалограмму детей первой группы.

Надя Ж., 12 лет, исследование 5/IX 1960 г. На рис. 50, А представлена электроэнцефалограмма до получения пропазина в 5 затылочных отведениях при стимуляции ритмическим светом частотой 17 герц. Заметно неравномерное усвоение ритма световой стимуляции правым и левым полушарием. Слева усвоение хорошо выражено, а справа значительно хуже. Ориентировочная кожно-гальваническая реакция в ответ на свет хорошо выражена и имеет скрытый период 1,7 секунды. После

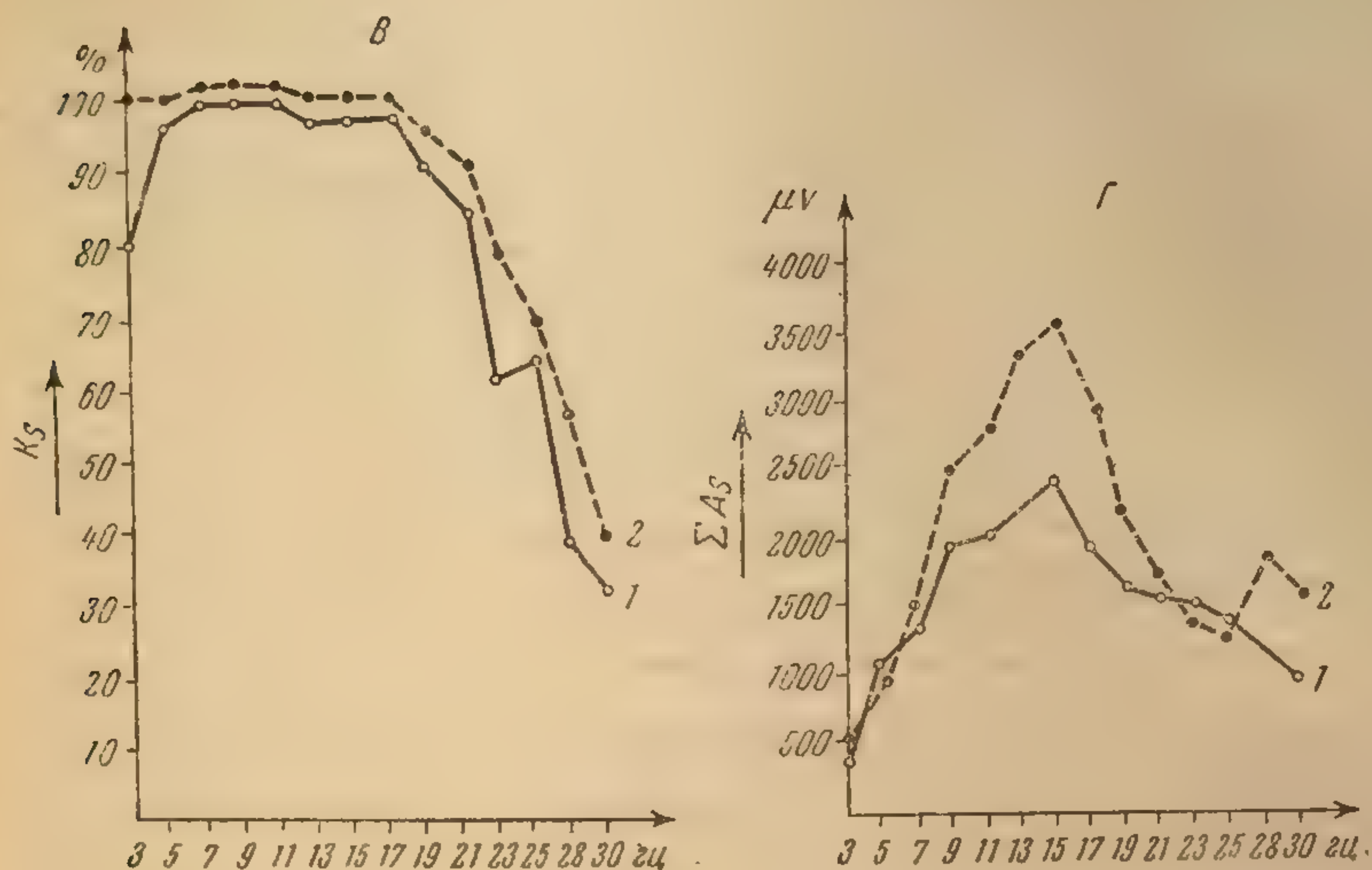
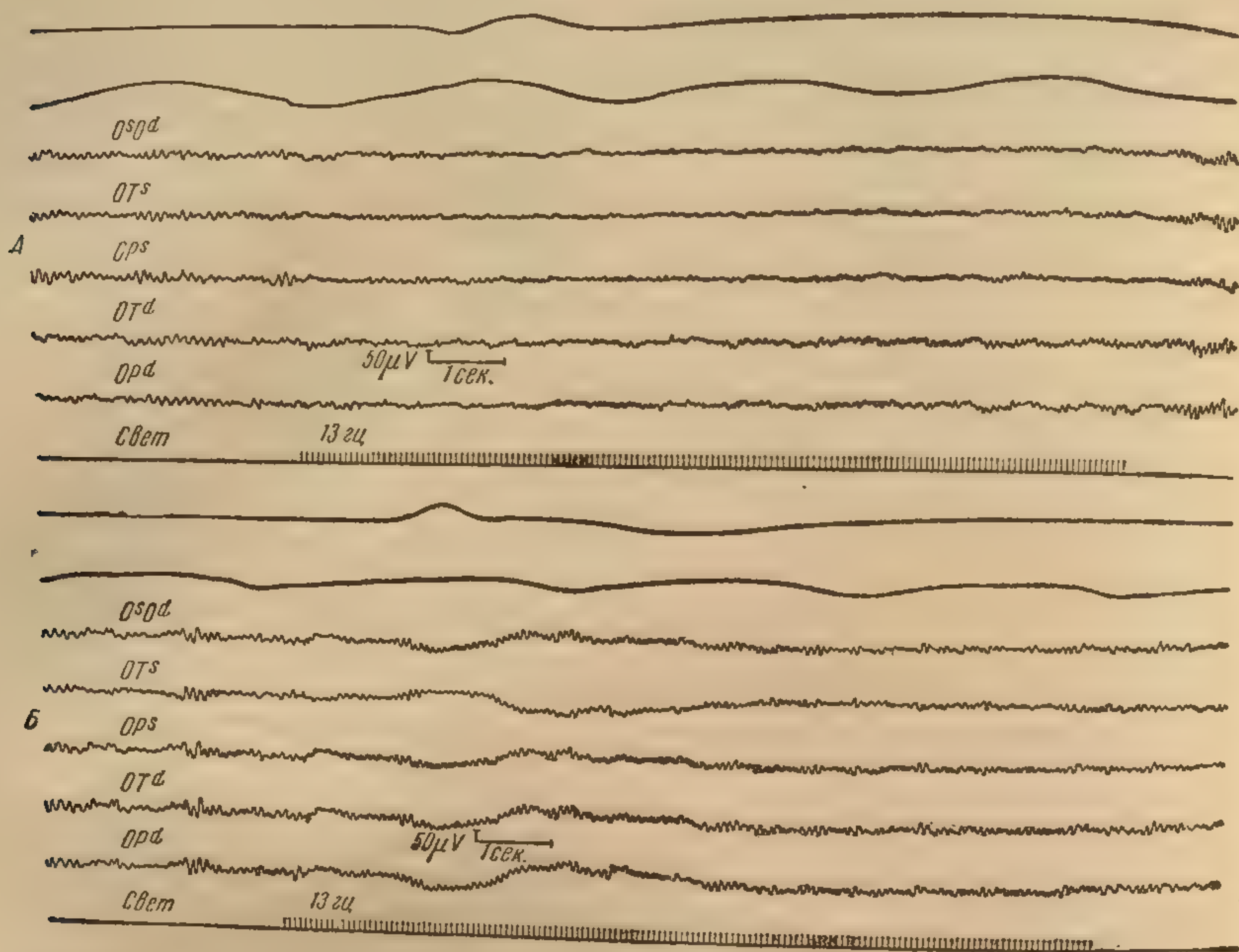


Рис. 52. Исследование реактивных потенциалов Тани С., 15 лет, 23/V 1960 г.
Обозначения те же, что на рис. 50.

получения пропазина в дозе около 1 мг/кг усвоение улучшилось лишь слева за счет увеличения амплитуды реактивных потенциалов (рис. 50, Б). Блокада адренореактивных систем синапсов ретикулярной формации мозгового ствола привела к полному угнетению ориентировочно кожно-гальванической реакции (рис. 50, Б). На графиках анализа реактивных потенциалов (рис. 50, В, Г) видно, что коэффициент синхронизации под влиянием пропазина изменился сравнительно незначительно: в низкой части спектра (3—7 герц) он несколько увеличился, в высокой, наоборот, понизился (21, 25 герц). В то же время энергия реактивных колебаний возросла в низкой, высокой и особенно в центральной части спектра.

Клинический эффект указанной дозы пропазина проявился в снятии страха и беспокойства при операции, а также отсутствием после операции периода обостренной чувствительности, наступающий обычно с прекращением действия новокаина.



Приведем другой вариант влияния пропазина на реактивные потенциалы головного мозга.

Исследование Гарика Х., 11 лет, 1/VI 1960 г. До получения пропазина во всех затылочных отведениях на электроэнцефалограмме отмечается хорошее усвоение ритма стимуляции 11 герц на фоне альфа-ритма 8 герц (рис. 51, А). Ориентировочная кожно-гальваническая реакция хорошо выражена и имеет латентный период 1,6 секунды. После внутримышечного введения пропазина в дозе 1 мг/кг амплитуда реактивных потенциалов увеличилась (рис. 51, Б). Ориентировочная кожно-гальваническая реакция подвергалась угнетению и стала значительно слабее. Клинический эффект был полным. Через 20 минут после получения пропазина у ребенка появилась легкая сонливость. На графиках анализа реактивных потенциалов видно увеличение как коэффициента синхронизации, так и энергии синхронизированных колебаний (рис. 51, В, Г), увеличение отсутствует только на частотах 15 и 23 герц.

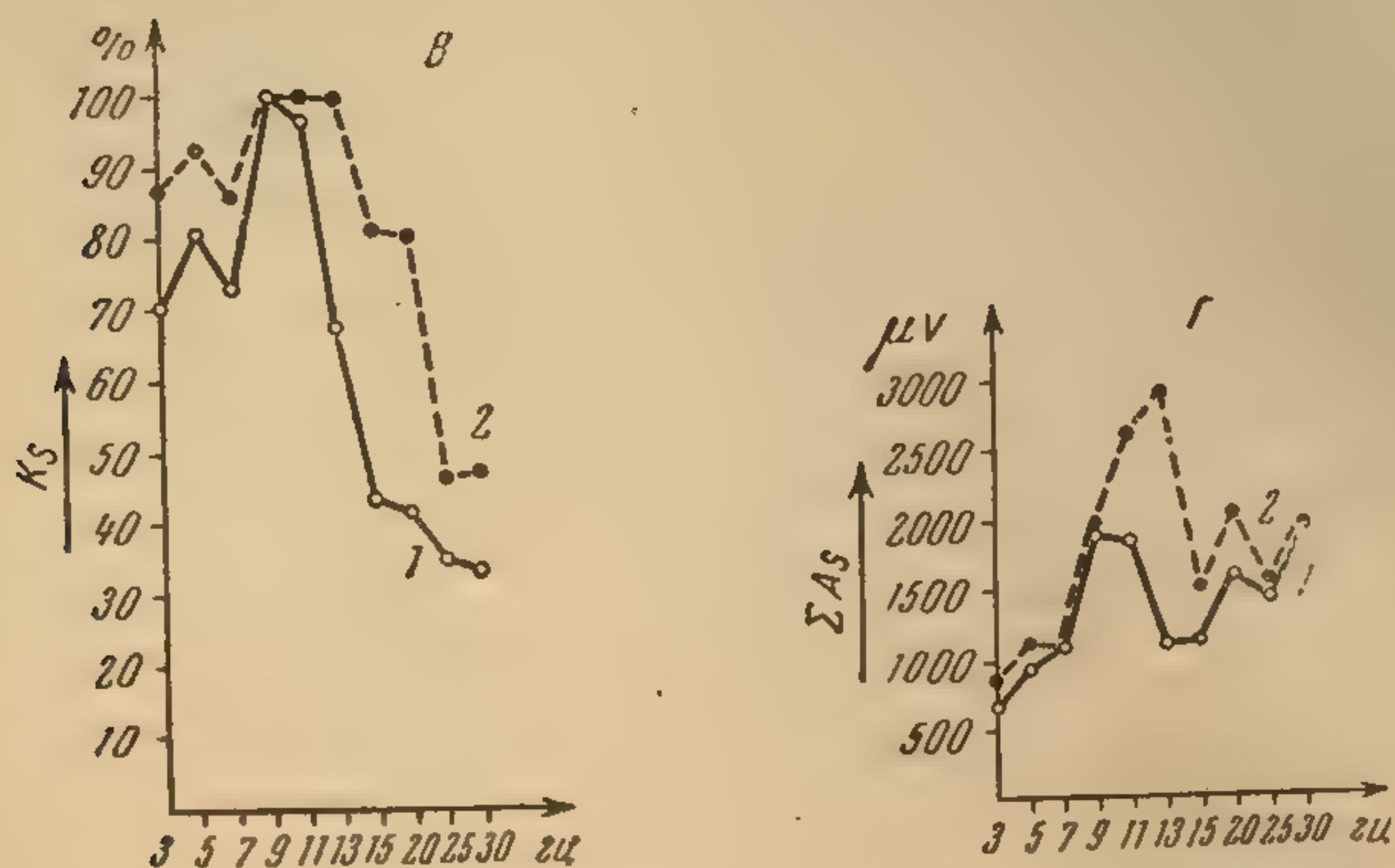
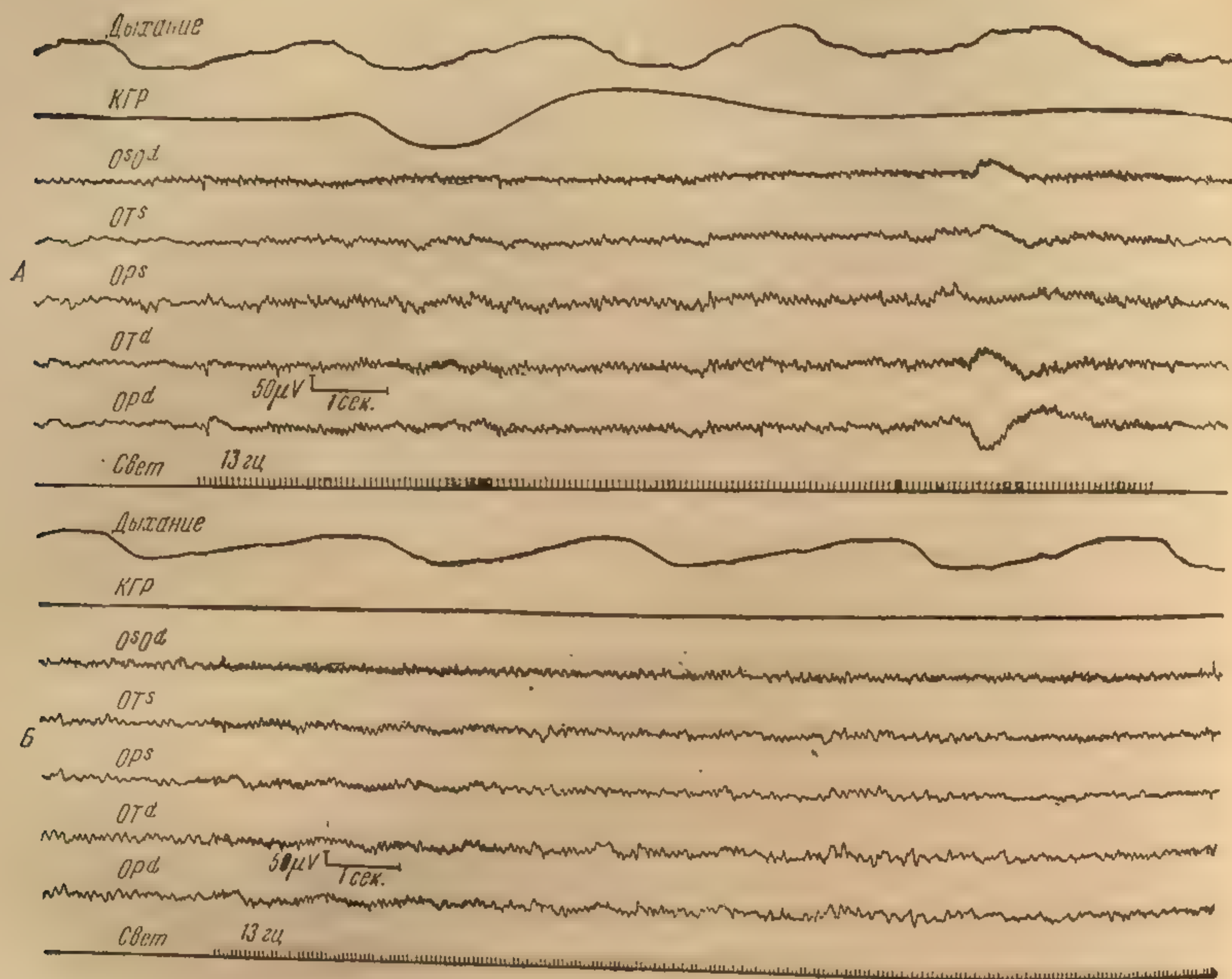


Рис. 53. Исследование реактивных потенциалов Игоря К., 15 лет, 29/IV 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 50.

Таким образом, в данном случае представлена тенденция параллельного увеличения величин синхронизации (K_s и ΣA_s) после блокады адренореактивных систем в ретикулярной формации.

Третий вариант изменения реактивных потенциалов после дачи пропазина имелся у Тани С., 15 лет, в исследовании от 23/V 1960 г. У нее наблюдалось очень хорошее воспроизведение мозгом частот световых мерцаний. Однако коэффициент синхронизации увеличивался, хотя и незначительно, по всему спектру усваиваемых частот, суммарная энергия реактивных потенциалов имела значительное увеличение, главным образом в центре спектра. На электроэнцефалограмме до дачи пропазина (рис. 52, А) видно очень четкое усвоение ритма стимуляции 13 герц, а фоновая электроэнцефалограмма не имеет четко выраженного альфа-ритма и выглядит уплощенной. После внутримышечного введения 0,6 мг/кг пропазина усвоение ритма улучшилось за счет увеличения амплитуды реактивных потенциалов, на фоновой электроэнцефалограмме стал виден альфа-ритм (рис. 52, Б). На графиках, анализирующих изменение основных параметров процесса внешней синхронизации, мы видим рост после получения пропазина обеих изучаемых величин по всему спектру стимуляции (рис. 52, В, Г). Клиническое действие пропазина у Тани С. было весьма эффективным.



Наконец, последний вариант изменений реактивных потенциалов представлен в результатах исследования Игоря К., 15 лет, от 29/IV 1960 г. На электроэнцефалограмме с фоновым ритмом 8,5 герца имелось сравнительно плохо выраженное воспроизведение частоты световой стимуляции 13 герц. После приема внутрь дозы пропазина 0,9 мг/кг улучшилось качество воспроизведения ритма световой стимуляции (рис. 53, А, Б). На графике анализа величины K_s ясно видно расширение спектра вправо после блокады адренергических систем ретикулярной формации. На графике энергии реактивных потенциалов после приема пропазина величина ΣA_s увеличилась больше всего в центре спектра.

Следующая группа детей, как уже говорилось, не имела существенных изменений реактивных потенциалов мозга после получения пропа-

зина, хот
тельным.
В ка
исследов
на на эл
частотой
удовлетв
ваническ
ния внут
фалогра
стоты, к
пропази
хания).
не измен
мы види
парамет
после ве
17 Заказ 2

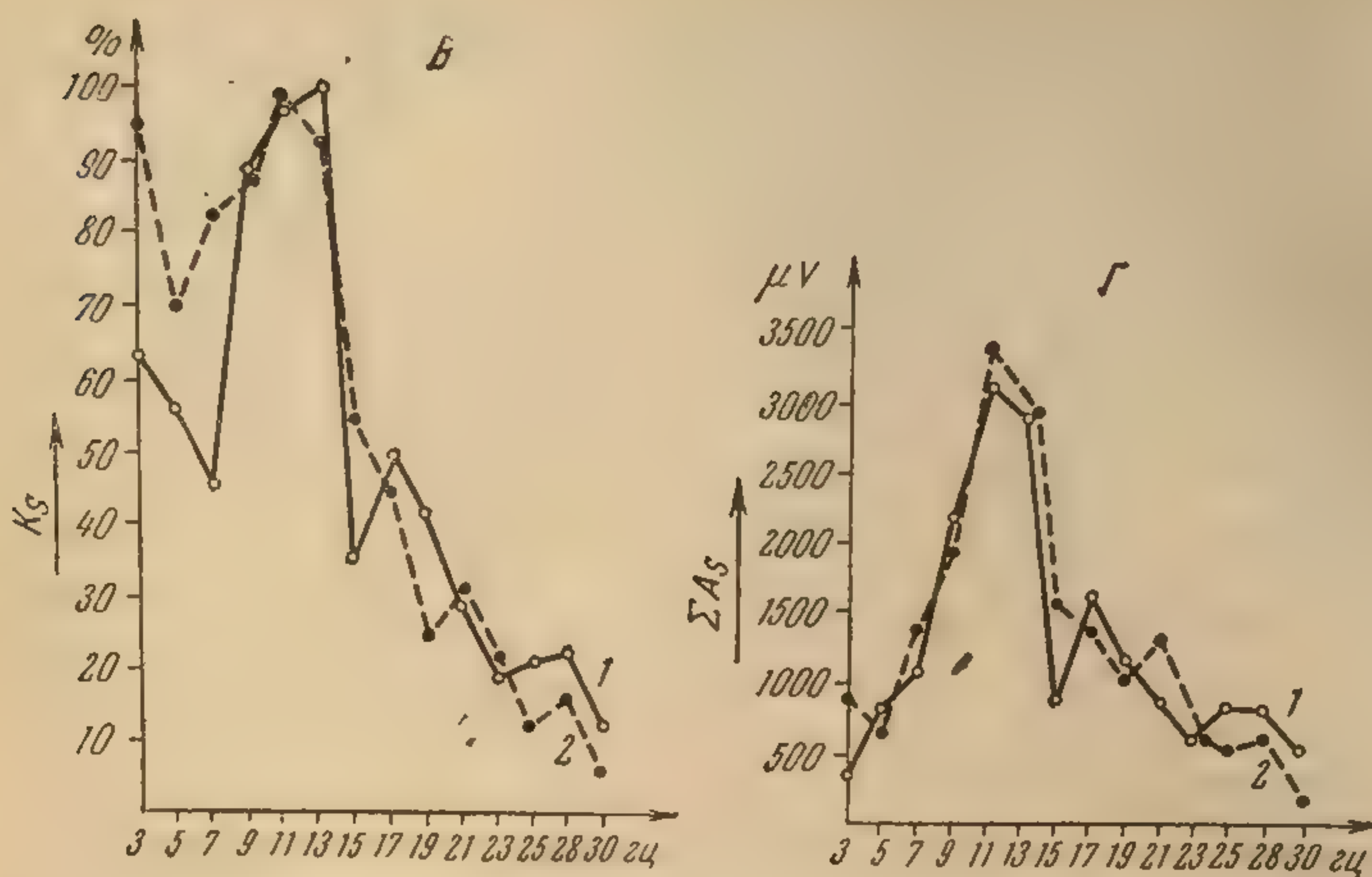
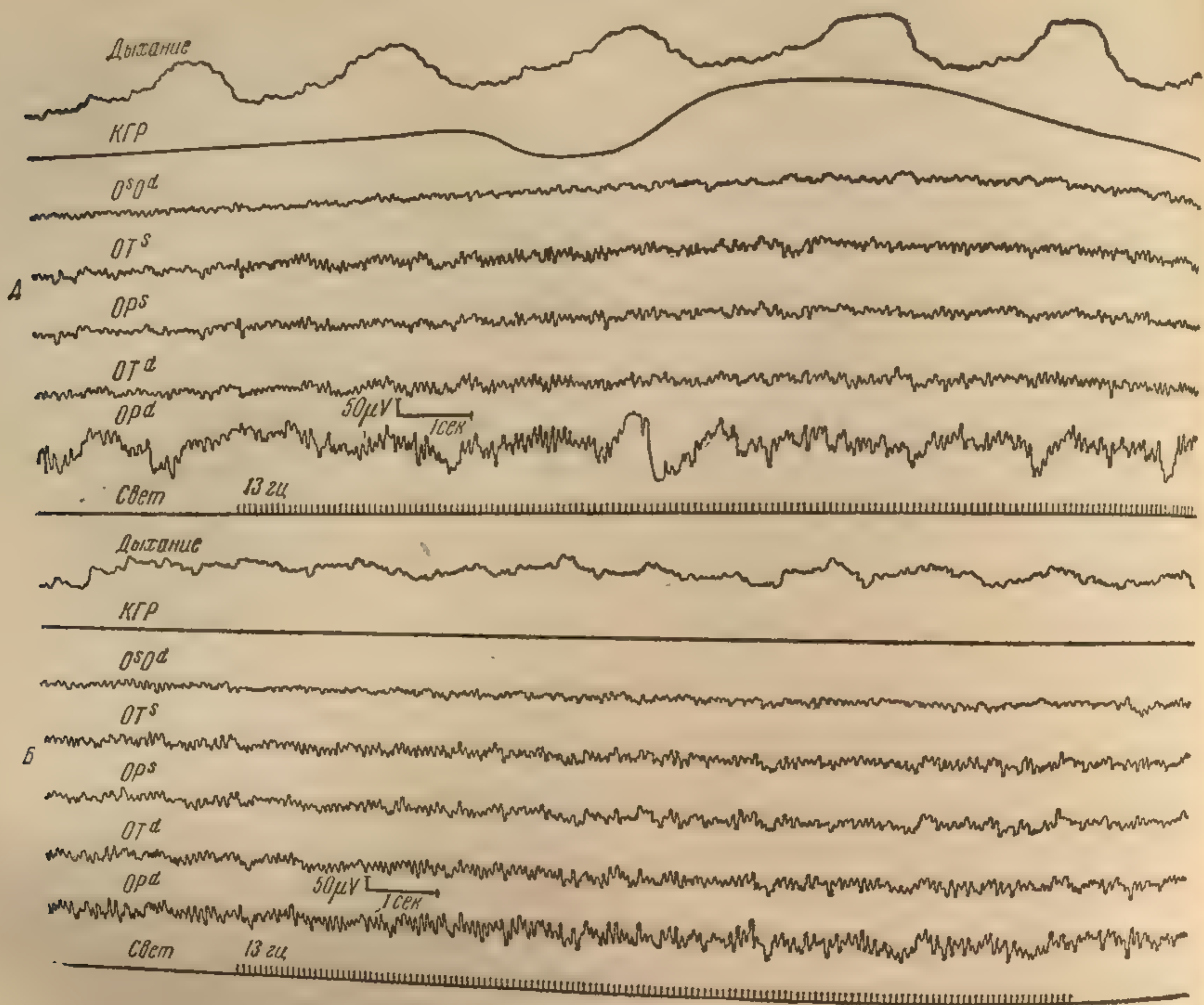


Рис. 54. Исследование реактивных потенциалов Володи Ж., 13 лет, 9/IX 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 50.

зна, хотя клиническое действие препарата у них было удовлетворительным.

В качестве иллюстрации результатов этой группы представляем исследование Володи Ж., 13 лет, от 9/IX 1960 г. До получения пропазина на электроэнцефалограмме сравнительно плохо выражен альфа-ритм частотой 8 герц, усвоение частоты стимуляции 13 герц выражено вполне удовлетворительно, имеется значительная ориентировочная кожно-гальваническая реакция со скрытым периодом 1,5 секунды. После получения внутримышечной дозы пропазина 1 мг/кг на фоновой электроэнцефалограмме стал значительно лучше выражен альфа-ритм той же частоты, кожно-гальваническая реакция оказалась полностью угнетенной пропазином, а период дыхания стал несколько больше (урежение дыхания). Реактивные же потенциалы на электроэнцефалограмме заметно не изменились (рис. 54, А, Б). На графиках анализа этих потенциалов мы видим, что кривые, отражающие динамику изменений двух основных параметров синхронизированных колебаний, существенно не меняются после введения пропазина. Лишь в низкой части спектра (3; 5; 7 герц)



возрастает коэффициент синхронизации, энергия же реактивных потенциалов по всему спектру в основном остается без изменений (рис. 54, В, Г), несмотря на угнетение ориентировочной реакции и удвоительный клинический эффект.

Последняя небольшая группа детей характеризовалась тенденцией к уменьшению коэффициента синхронизации и суммарной энергии реактивных потенциалов после получения детьми пропазина.

В качестве иллюстрации влияния пропазина на эту группу детей представим исследование Тани М., 12 лет, от 12/IX 1960 г.

Как видно на электроэнцефалограмме (рис. 55, А), до получения пропазина фоновый ритм электроэнцефалограммы составлял 9,5—10 герц, частота световых мельканий 13 герц довольно хорошо воспроизводится на электроэнцефалограмме, имеется выраженная кожно-гальваническая реакция с латентным периодом 3,1 секунды. После инъекции

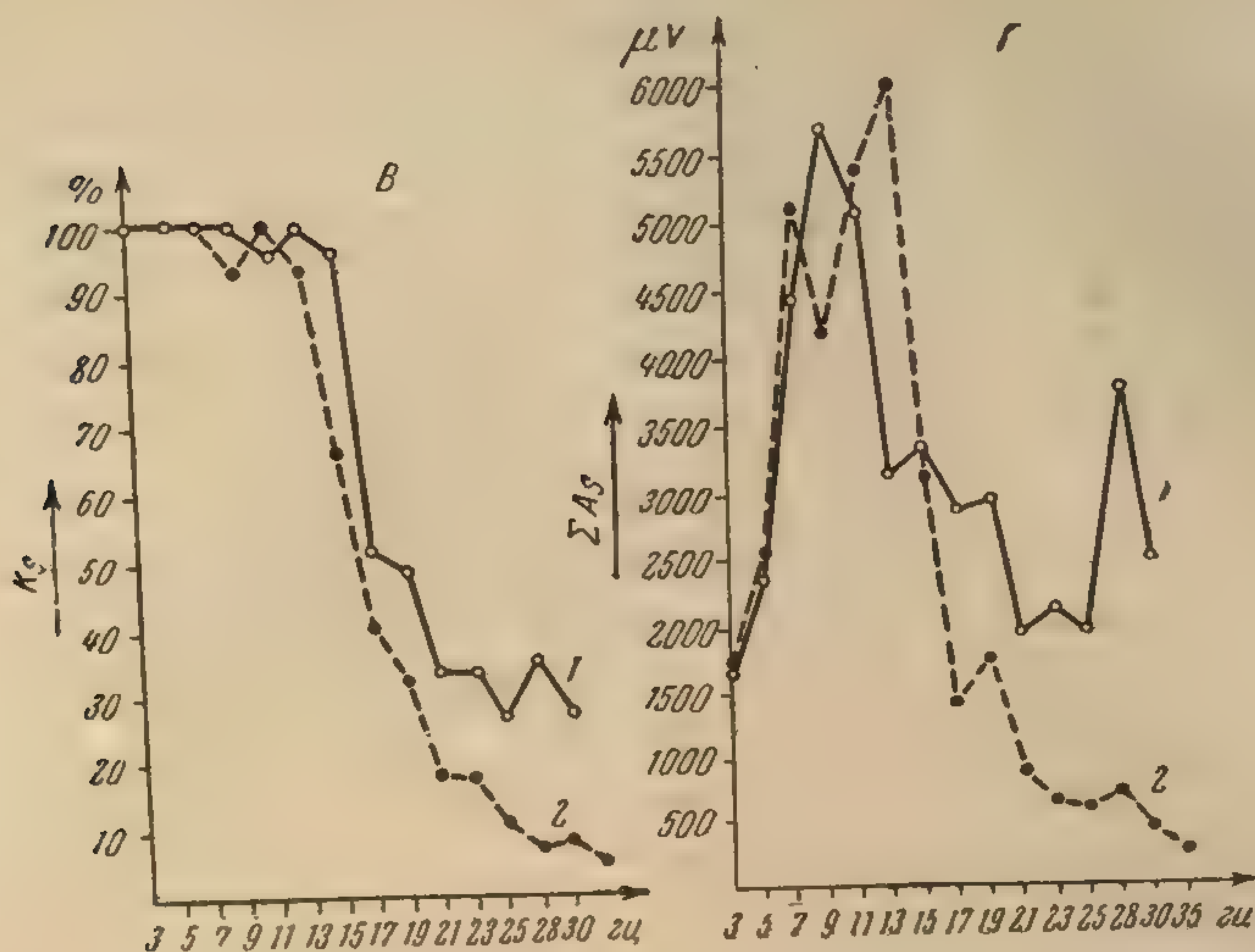


Рис. 55. Исследование реактивных потенциалов Тани М., 12 лет, 12/IX 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 50.

0,8 мг/кг пропазина кожно-гальваническая реакция полностью подавляется, дыхание становится менее глубоким, усвоение ритма на электроэнцефалограмме продолжает оставаться хорошо выраженным (рис. 55, Б). Однако графическое изображение основных параметров реактивных потенциалов ярко демонстрирует значительное сужение спектра усваиваемых колебаний под влиянием пропазина в высокой части спектра (рис. 55, В, Г). Начиная с 13 герц неуклонно падает кривая коэффициента синхронизации, показывая меньшие величины, чем были до получения препарата. Соответственно (после повышения) в центре спектра (11—13 герц) резко падает кривая энергии реактивных потенциалов, начиная с 15 герц и так до 35 герц. При этом разрыв в показателях энергии до и после получения препарата при частоте 28 герц достигает более 3000 мкв (725 и 3800 мкв).

Заключение

С целью анализа участия ретикулярной формации в процессах воспроизведения мозгом частоты световых мельканий была проведена серия работ с выключением пропазином адренергических систем в синапсах ретикулярной формации мозгового ствола. Исследования проводились на детях 11—15 лет в отоларингологическом отделении по медицинским показаниям. Нейрофармакологические исследования последних лет показали, что адреналин непосредственно действует на адренергические синапсы ретикулярной формации (Bonvallet, Hugelin, Dell, 1956; Bradley, Mollica, 1958; Dell, 1960). При этом Делл (1960) уточнил наиболее чувствительную к адреналину область мозга, отнеся к ней заднюю часть гипоталамуса и переднюю часть среднего мозга. Транквилизаторы — производные фенотиазина (аминазин, пропазин) блокируют адренергические системы в синапсах ретикулярной формации. Избирательность этой блокады была продемонстрирована в тонких опытах лабораторий, руководимых П. К. Анохиным (1959), А. В. Вальдманом (1961). Последний автор специально подчеркнул нечувствительность к аминазину тригеминально-бульбарных путей мозгового ствола. Достаточно широкое и эффективное применение пропазина в педиатрической практике (Вельтищев, 1961; Терновский и Меняйлов, 1960) делало желательным его применение для снятия страха, напряжения и беспокойства при тонзиллэктомиях у детей.

Реактивные потенциалы под влиянием 0,5—1 мг/кг пропазина менялись следующим образом: увеличивалась суммарная энергия синхронизированных колебаний и коэффициент синхронизации у 18 детей (62,1%). При этом тенденция роста имела, как и при умственном утомлении, разные варианты.

В одних случаях коэффициент синхронизации менялся незначительно, а энергия реактивных потенциалов — значительно (например, Надя Ж.), в других — обе величины (K_s и ΣA_s) увеличивались более или менее параллельно, но неравномерно (например, Гарик Х.), в третьих случаях увеличение происходило равномерно по всему спектру частот усвоения ритмического раздражителя (например, Таня С.).

Оба показателя реактивных потенциалов мозга под влиянием пропазина заметно не изменялись у 6 детей (20,7%).

Наконец, тенденция к уменьшению наблюдалась у 5 детей (17,2%).

Таким образом, можно сделать вывод, что выключение адренергических структур активирующей системы ретикулярной формации ведет к улучшению процессов синхронизации реактивных потенциалов мозга. Следовательно, сами адренергические системы ретикулярной формации не являются тем нервным механизмом, который обуславливает процесс внешней синхронизации. Наоборот, блокада указанных систем

рождает тенденцию к внешней синхронизации. Пропазин, блокируя адренореактивные системы в ретикулярной формации (преимущественно в среднем мозге), угнетает ориентировочную деятельность, в частности кожно-гальваническую реакцию. Это лишний раз подтверждает на нашем материале роль ретикулярной формации (ее адренергического механизма) в осуществлении кожно-гальванической реакции (реакции пробуждения). Наконец, клиническая эффективность пропазина при операциях свидетельствует о том, что он ослабляет не только реакцию пробуждения (кожно-гальваническая реакция), но и реакцию настороженности и протопатическую чувствительность (Magoun, 1958).

Оставалась неясной роль холинергического механизма ретикулярной формации в процессе синхронизации реактивных потенциалов. Ответ на этот вопрос дает следующая глава.

Глава VII

ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ АКТИВИРУЮЩЕЙ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ НА РЕАКТИВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА РЕБЕНКА

В этой главе будет продолжено выяснение роли активирующей восходящей системы ретикулярной формации в явлениях умственного утомления. Предметом электрофизиологического анализа будут холинореактивные системы ретикулярной формации и влияние их блокады на процесс синхронизации реактивных потенциалов, т. е. на способность мозга ребенка воспроизводить частоту световых мельканий.

Вывод о том, что активирующая ретикулярная система содержит холинергический механизм передачи нервных импульсов, был сделан на основании следующих экспериментов (Rinaldi, Himwich, 1955a, b). Курарезированному кролику внутрикаротидно вводили ацетилхолин или холинергические стимуляторы типа флуорофосфата диизопропила. При этом наблюдалась активация электроэнцефалограммы, исчезающая при введении атропина. Аналогичные наблюдения приводят и другие авторы (Bradley, Elkes, 1957; Longo, 1955, 1956; Exsley, Flemming, Espelien, 1958). Согласно Брэдли (1953), а также Ринальди и Химвичу (1955a), ацетилхолин вызывает электроэнцефалографическую реакцию пробуждения в коре кошки на препарате «cerveau isolé». Более поздние исследования (Bradley, Mollica, 1958) с микроэлектродными отведениями показали, что под влиянием внутрикаротидного введения ацетилхолина разряды ретикулярных нейронов меняются. Такое влияние оказывает на активность ретикулярных нейронов также физостигмин (Desmedt, Schlag, 1957). Согласно Брэдли и Моллика (1958), ацетилхолин, по видимому, имеет непосредственное центральное действие на ретикулярную формацию мозга. Брэдли и Кей (Bradley, Key, 1958), а также некоторые другие авторы (Himwich, 1958; Soulaïrac, 1960) считают, что

холинергические вещества оказывают действие не на мезэнцефалическую ретикулярную формацию, а в пределах диффузной таламической проекционной системы (неспецифический таламус). Однако в последнее время специальные исследования, проведенные Р. Ю. Ильюченком в лаборатории, руководимой М. Д. Машковским (Р. Ю. Ильюченко и М. Д. Машковский, 1961; Р. Ю. Ильюченко, 1962), выявили критический уровень сечения мозгового ствола, при котором еще можно наблюдать активацию электроэнцефалограммы при действии холинергических веществ (галантамин и эзерин). Автор точными опытами с перерезкой мозгового ствола на различных уровнях показал, что активирующий эффект галантамина и эзерина зависит от их воздействия на нервные элементы ретикулярной формации среднего мозга. Эффект этих веществ снимался М-холинолитиком амизилом. Механизм действия центральных холинолитиков (амизила) и антихолинэстеразных веществ, заключают Р. Ю. Ильюченко и М. Д. Машковский (1961), связан с влиянием на холинергические системы среднего мозга.

Подробные и многосторонние исследования действия центральных холинолитиков на различные отделы головного мозга были предприняты П. П. Денисенко в лаборатории, руководимой С. В. Аничковым. С. В. Аничков разделил холинореактивные системы по их реагированию на мускарин и никотин на мускариночувствительные (М-холинореактивные) и никотиночувствительные (Н-холинореактивные), а в соответствии с этим холинолитические препараты также были им разделены на М- и Н-холинолитики. В свою очередь, из обширного ряда холинолитиков была выделена особая группа веществ, обладающая преимущественно центральным действием (Аничков, 1958; Денисенко, 1959). Эти последние вещества также были разделены: М- и Н-холинолитики центрального действия. Большинство веществ, обладающих центральным холинолитическим действием, по своей структуре напоминают ацетилхолин и являются сложным эфиром аминоспиртов и ароматических кислот. В отличие от периферических холинолитиков эти препараты являются третичными, а не четвертичными аминами, что обуславливает их прохождение через гематоэнцефалический барьер и блокаду межнейронных холинергических образований центральных синапсов при относительно слабом холинолитическом действии в области периферических синапсов. Перевод третичного азота в четвертичный приводит к резкому ослаблению центральных холинолитических свойств и усилению периферического атропиноподобного действия.

Механизм действия ацетилхолина в связи с изысканием новых лекарственных веществ был изучен в лаборатории, руководимой М. Я. Михельсоном (1959). Им было показано, что появление свободного положительного заряда в молекуле лекарственного вещества, обеспечивая его полную ионизацию при любом рН среды, увеличивает возможности

взаимодействия с анионным пунктом холинорецептивной системы путем образования ионной связи. Это приводит к усилению фармакологического эффекта холинолитических, а также холиномиметических веществ. Появление свободного заряда в молекуле лекарственного вещества одновременно резко затрудняет его проникновение из крови через гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему. Поэтому гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему. Поэтому му усиливается только периферическое фармакологическое действие вещества, центральное же его действие, наоборот, резко ослабевает или полностью исчезает при переводе третичного азота в четвертичный, двухвалентной серы в трехвалентную и при других химических изменениях, связанных с появлением заряда. Причина ослабления центрального действия состоит в том, что аммонийные и сульфониевые вещества перестают проникать через гематоэнцефалический барьер в мозг. Отсюда, лекарственные вещества центрального действия, например холинолитические, целесообразно искать среди третичных аминов и других «незаряженных» соединений. Асимметрия молекулы лекарственного вещества может иметь сильное влияние на фармакологическое действие. Создание асимметричного атома в молекуле холинолитика может усилить в десятки раз фармакологическое действие активного зеркального изомера.

Перечисленные закономерности позволили отделу фармакологии Института экспериментальной медицины АМН СССР в последние годы направленно вести перспективный синтез и последующее фармакологическое изучение новых центральных холинолитиков. Фармакология этих веществ, как уже говорилось, была изучена П. П. Денисенко (1959, 1960а, б, 1962). Оказалось, что под влиянием центральных холинолитиков угнетается ориентировочная реакция (Денисенко, 1960а, б; Аничков, 1961б; Аничков и Денисенко, 1962). Особенно резко эта реакция угнетается при действии препаратов М-холинолитического действия (амизил, метамизил), блокирующих преимущественно М-холинореактивные системы ретикулярной формации среднего мозга. Именно способностью блокировать восходящую активирующую систему ретикулярной формации головного мозга обуславливается выраженность угнетающего влияния центрального холинолитика на ориентировочную реакцию.

Исследования П. П. Денисенко (1960а, б, 1961, 1962) позволили С. В. Аничкову (1961) уточнить локализацию действия в мозгу центральных нейротропных средств. В частности, С. В. Аничков отказался от своей старой точки зрения о том, что центральные М-холинолитики обладают преимущественным действием на кору головного мозга (Аничков, 1958), признав на основании результатов электрофизиологического анализа преимущественное действие этих веществ на подкорковые образования, прямое их действие на синапсы восходящих путей

ретикулярной формации, вследствие чего уже вторично нарушалась корковая деятельность. П. П. Денисенко (1960а, б, 1961б, 1962) была показана различная локализация действия М- и Н-холинолитиков. М-холинолитики (амизил, метамизил), по автору, преимущественно блокируют холинореактивные системы подкорковых образований и ретикулярной формации, в то время как Н-холинолитики (пентафен, спазмолитин) оказывают блокирующее влияние главным образом на холинергические системы коры головного мозга. Как мы видим, экспериментальные данные П. П. Денисенко согласуются с данными, опубликованными Р. Ю. Ильюченком и М. Д. Машковским (1961) о локализации действия амизила в ретикулярной формации среднего мозга. Сравнивая при различных воздействиях блокирующее действие М- и Н-холинолитиков на холинергические механизмы восходящей активирующей ретикулярной формации, П. П. Денисенко (1962) показал, что вещества М-холинолитического действия (амизил, метамизил) оказывают примерно в 10—15 раз более сильное влияние, чем Н-холинолитики (пентафен, дифацил—спазмолитин).

Продолжая анализ механизма двусторонней синхронизации реактивных потенциалов (преимущественно затылочных областей), мы предположили (Сперанский и Пратусевич, 1961б), что выключение М-холинергических систем передачи нервных импульсов в ретикулярной формации поможет выяснить роль этих систем в механизме реактивных потенциалов головного мозга.

В поисках сильнодействующих препаратов с менее значительным побочным эффектом, чем препараты фенотиазинового ряда, мы остановились на группе центральных холинолитиков. Основываясь на данных П. П. Денисенко (1960а, б, 1962), мы избрали из препаратов этой группы хлоргидрат диэтиламиноэтилового эфира бензиловой кислоты, получивший в нашей стране фармакопейное наименование амизил (называемый также в литературе диазил, амицин, бенактизин, амитагон, прокалм, транквилин, ИЭМ-22, описанный впервые Лэндсом под названием ВИН-5606).

Амизил обладает очень сильным центральным холинолитическим действием на М-холинореактивные системы синапсов ретикулярной формации головного мозга, преимущественно в области среднего мозга (Денисенко, 1960а, б, 1961, 1962; Ильюченко и Машковский, 1961; Ильюченко, 1962). Ганглиоблокирующее действие его очень слабое. Как и всем центральным холинолитикам, амизилу присуще и периферическое атропиноподобное действие, но оно значительно слабее, чем действие центральное. Блокада центральных холинореактивных систем мозга амизилом выражается в угнетении судорожного действия, предупреждении и снятии изменений электроэнцефалограммы, вызываемых антихолинэстеразами и холиномиметическими веществами (эзерин,

галантамин, ареколин и др.), в успокаивающем действии, в значительном усилении и продлении действия анальгетиков, местноанестезирующих средств, барбитуратов (М. Д. Машковский, 1960; П. П. Денисенко, 1960а, б, 1962).

Вместе с тем амизил практически не подавляет корковых никотиновых гиперкинезов, хотя очень активен при подкорковых ареколиновых гиперкинезах (Хараузов, 1954). Как центральное холинолитическое средство он может ослабить явления паркинсонизма, вызываемые фенотиазиновыми производными и резерпином, что нашло применение в детской психиатрической клинике, руководимой Г. Е. Сухаревой.

Амизил снимает экспериментальный невроз у животных, сильно угнетает кашлевой рефлекс. Нормализует вегетативные реакции, угнетая их при болевом раздражении (рефлекс на сердце и дыхание), по-видимому, блокируя также холинореактивные системы в синапсах эффекторной части рефлекторной дуги, угнетает ориентировочную реакцию. Амизил является эффективным при лечении астенических и невротических состояний, сопровождающихся беспокойством, тревожным напряжением и страхом.

Указанные свойства амизила, а также его большая терапевтическая широта обусловили его применение в нашей работе для снятия чувства страха, синдрома тревожного напряжения и беспокойства во время отоларингологических операций (тонзиллэктомий). Амизил применяется, согласно инструкции Фармакологического комитета, внутрь в дозах 3—10 мг в день при невро-психических заболеваниях в течение 4—6 недель. При разовых дозах с целью купирования приступа возбуждения его назначают до 25 мг. Мы применяли амизил внутрь в дозе от 0,2 до 0,6 мг однократно, в среднем 0,4 мг, в зависимости от возраста, веса и особенностей нервной системы ребенка. Таким образом, мы применяли у детей 11—15 лет дозу, в 12—15 раз меньшую, чем применялась в психоневрологической клинике. Она соответствовала дозе 5—13 мкг/кг веса ребенка. В то же время эта доза вызывала эффективное клиническое действие препарата, аналогичное пропазину: а) снимала чувство страха и синдром тревожного напряжения и беспокойства, б) усиливала и продлевала действие новокаина, в) предупреждала рвоту при операции, г) вызывала определенные сдвиги электрической реактивности головного мозга, при этом сознание сохранялось (Пратусевич, Маломуж, 1960, 1962; Сперанский и Пратусевич, 1961б; Пратусевич, 1961).

Реактивные потенциалы головного мозга исследовались нами у 30 детей 11—15 лет до приема и спустя 40 минут после приема ими амизила.

По характеру изменений реактивных потенциалов под влиянием амизила всех исследуемых детей можно было, как и при умственном утомлении и под влиянием пропазина, разделить на три группы.

В первой группе, состоявшей из 22 детей (73,4%), энергия реактивных потенциалов мозга и коэффициент их синхронизации возросли.

Во второй группе, включавшей 7 детей (23,3%), оба определяемых параметра реактивных потенциалов мозга до и после действия центрального холинолитика остались без существенных изменений.

Третья группа состояла из одного ребенка (3,3%), у которого отмечалось понижение обоих показателей синхронизации под влиянием амизила.

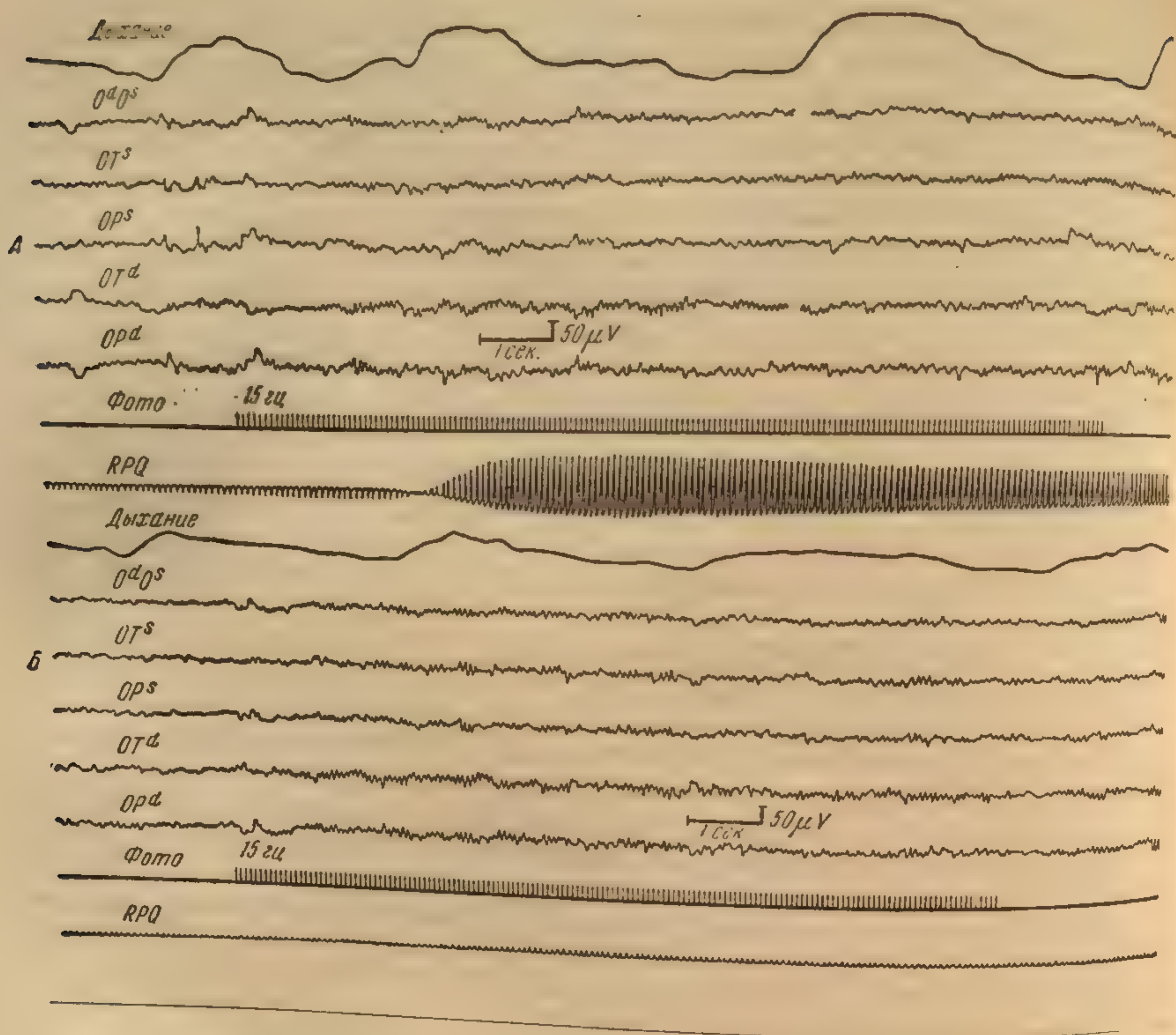
Для нас представляет интерес рассмотрение конкретных случаев изменения под воздействием амизила электроэнцефалограммы у детей первой группы.

Что касается характера электроэнцефалограмм у детей двух остальных групп, то они совпадали с электроэнцефалограммами детей соответствующих групп, которые описаны в предыдущей главе при рассмотрении блокады адренореактивных систем ретикулярной формации головного мозга.

Исследование Гали С., 14 лет, от 23/V 1960 г. На электроэнцефалограмме до получения амизила (рис. 56, А) видно усвоение мозгом ритма световых мельканий частотой 15 герц в 5 затылочных отведениях, справа выраженное несколько лучше, чем слева. Обращает на себя внимание резко выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция в ответ на раздражение ритмическим светом. Доза амизила 8 мкг/кг веса, принятая внутрь, полностью сняла чувство страха и синдром напряжения и беспокойства во время операции. На электроэнцефалограмме (рис. 56, Б) зарегистрировано улучшение реакции усвоения ритма (в основном справа) и увеличение амплитуды реактивных потенциалов. Ориентировочная кожно-гальваническая реакция на ритмический свет угнетена, дыхательная кривая стала более плавной.

Анестезия новокаином была полной, после окончания действия новокаина отсутствовал период обостренной чувствительности, который обычно наступает через 1—2 часа после введения новокаина.

На графиках анализа реактивных потенциалов результаты блокады М-холинореактивных систем синапсов ретикулярной формации ствола мозга представлены графически (рис. 56, В, Г). Коэффициент синхронизации (K_s) довольно значительно увеличивается по всему спектру появления реактивных потенциалов (на 40—50%). Аналогичная картина (увеличение суммарной энергии реактивных потенциалов — ΣA_s) наблюдается по всему спектру после приема амизила. Увеличение энергии происходит для некоторых частот более чем в 2 раза и достигает 1200 мкв. При этом спектр частот реактивных потенциалов после амизила имеет тенденцию к расширению.



Суммируя результаты исследования Гали С., укажем на появление после блокады амизилом значительного увеличения обоих параметров синхронизации по всему спектру реактивных потенциалов.

Другой вариант изменения параметров синхронизации реактивных потенциалов под влиянием амизила мы наблюдали у Гали Я., 13 лет, 29/VIII 1960 г.

На электроэнцефалограммах и графиках анализа реактивных потенциалов (рис. 57, А—Г) бо́льшая доза амизила (11 мкг/кг) вызвала незначительное изменение коэффициента синхронизации. Последний уже до введения блокирующего вещества был высоким и достигал в левой половине спектра потолка. Зато после приема амизила почти вдвое увеличилась энергия реактивных потенциалов мозга, главным образом

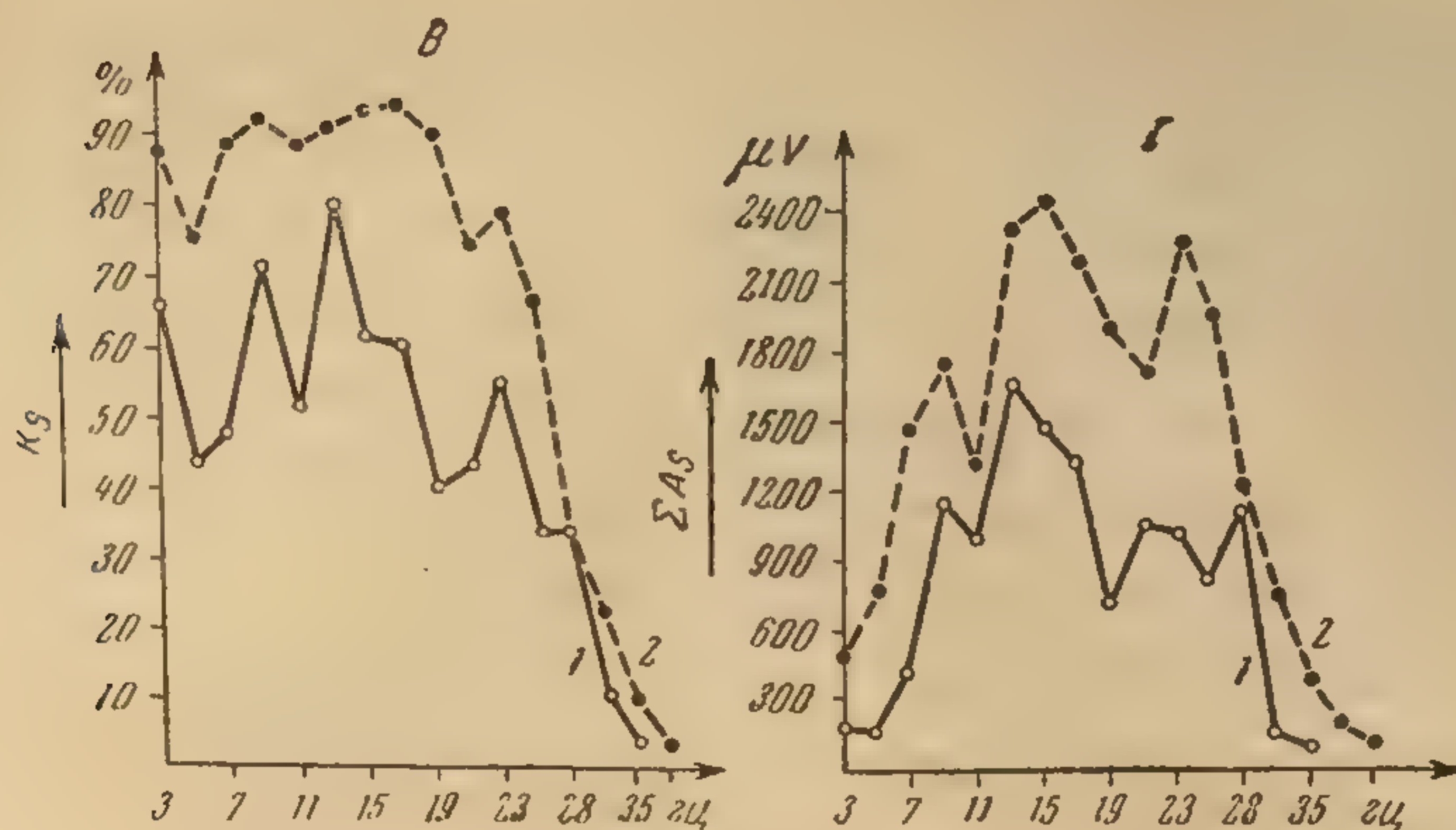


Рис. 56. Исследование реактивных потенциалов Гали С., 14 лет, 23/V 1960 г.

А — электроэнцефалограмма до приема амизила; Б — через 40 минут после приема амизила; В — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Г — суммарная энергия реактивных потенциалов (ΣA) для каждой частицы раздражителя.

1 — до приема амизила; 2 — через 40 минут после приема 0,4 мг амизила.

в центре спектра усваиваемых частот. Например, суммарная энергия для частоты 13 герц увеличилась с 1500 до 5800 мкв или возросла на 4300 мкв и т. д.

Суммируя результаты влияния амизила на реактивные потенциалы у Гали Я., подчеркнем незначительное изменение коэффициента синхронизации и значительный рост энергии реактивных потенциалов, охватывающий почти весь спектр и особенно выраженный в его центре.

Третий вариант изменений реактивных потенциалов мозга, наступающий под влиянием блокирующего действия амизила на холинореактивные системы ретикулярной формации мозгового ствола, представлен исследованием Саши Д., 12 лет, от 9/V 1960 г.

До приема амизила на электроэнцефалограмме видна удовлетворительная реакция усвоения частоты световых мельканий 13 герц со сравнительно небольшой амплитудой (рис. 58, А). Имеется умеренная ориентировочная кожно-гальваническая реакция с латентным периодом 2,3 секунды. Доза амизила 10 мкг/кг вызвала на электроэнцефалограмме увеличение амплитуды вызванных потенциалов справа, появилась

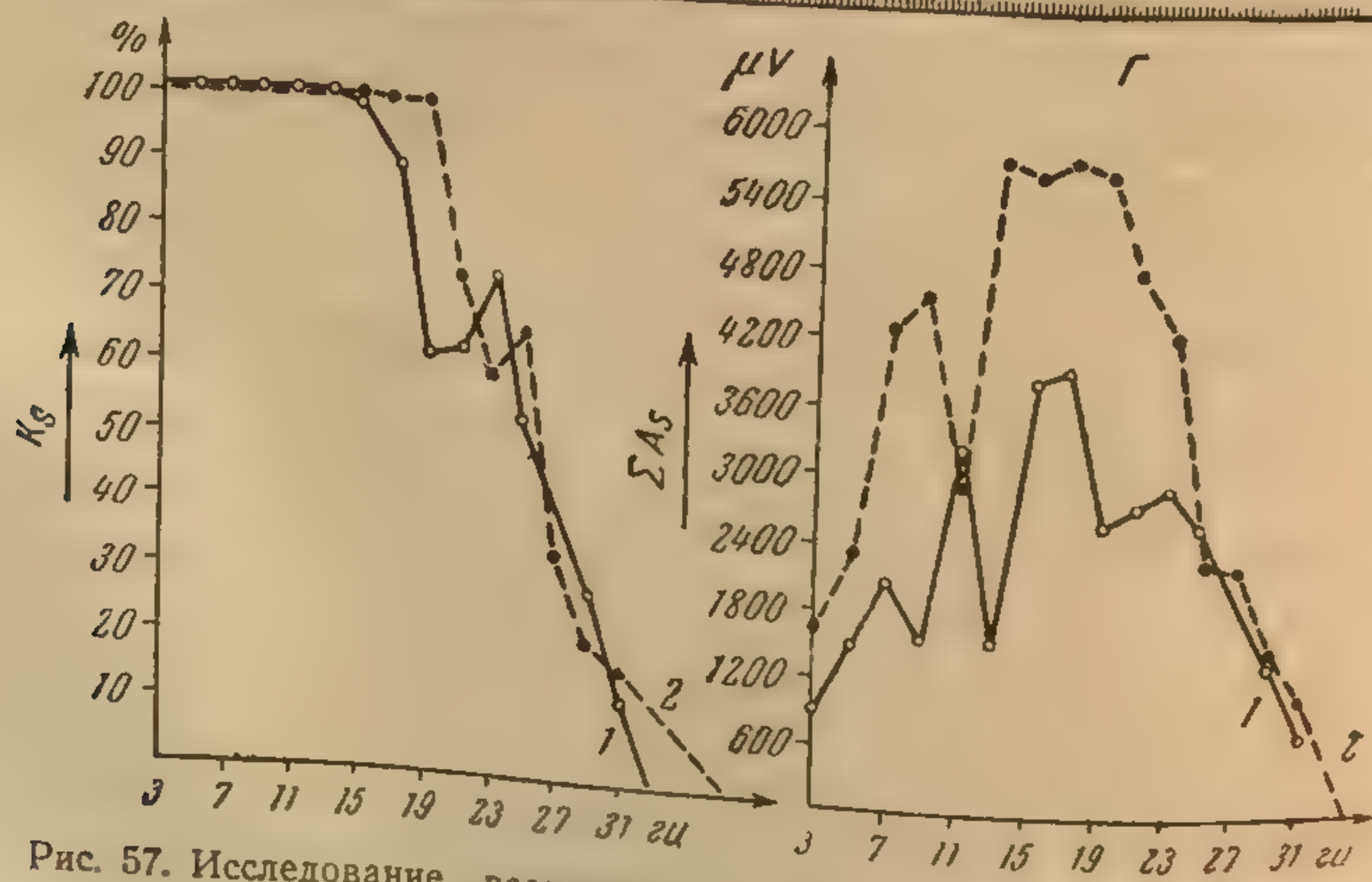
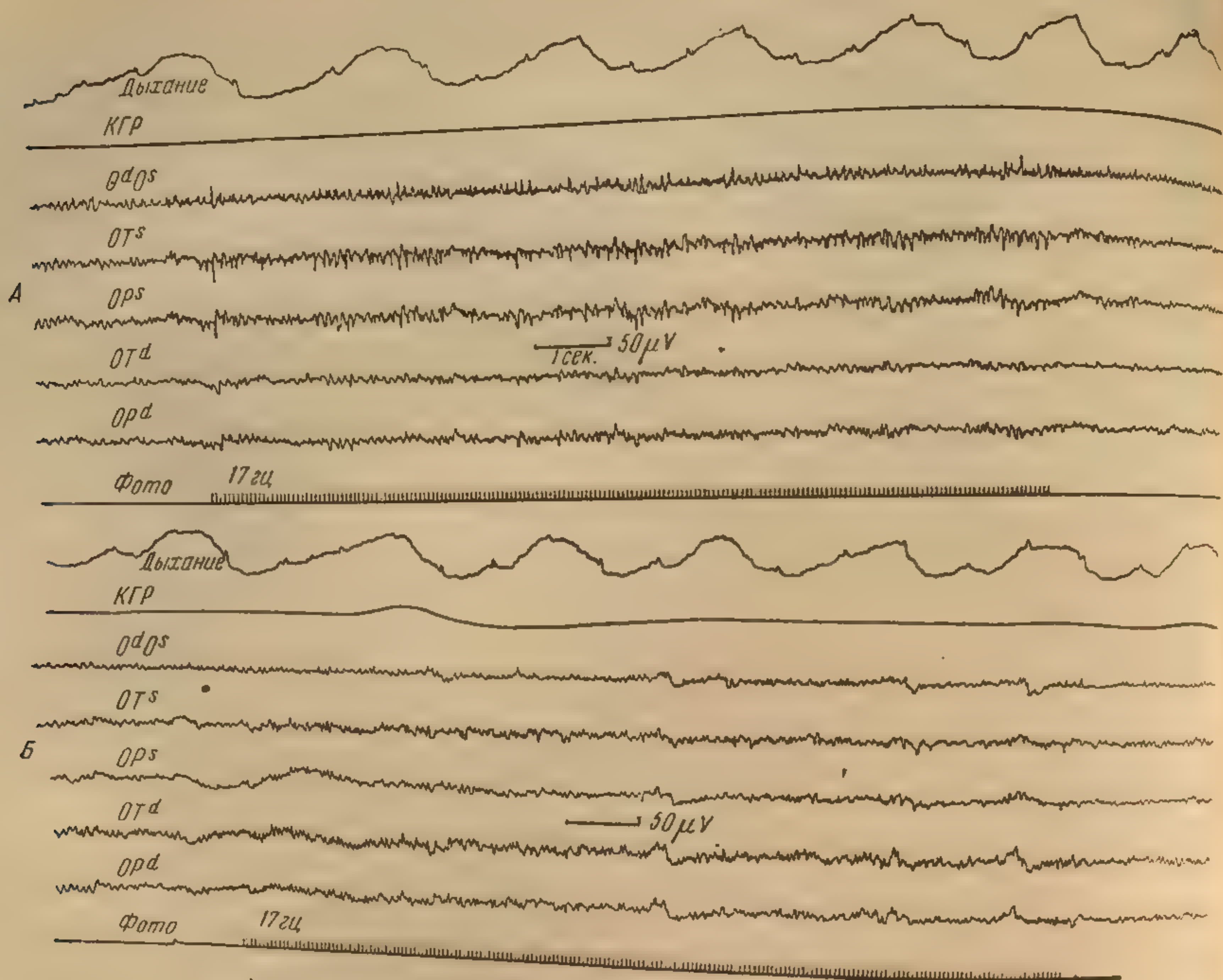


Рис. 57. Исследование реактивных потенциалов Гали Я., 13 лет,
29/VIII 1960 г.
Обозначения те же, что на рис. 56.

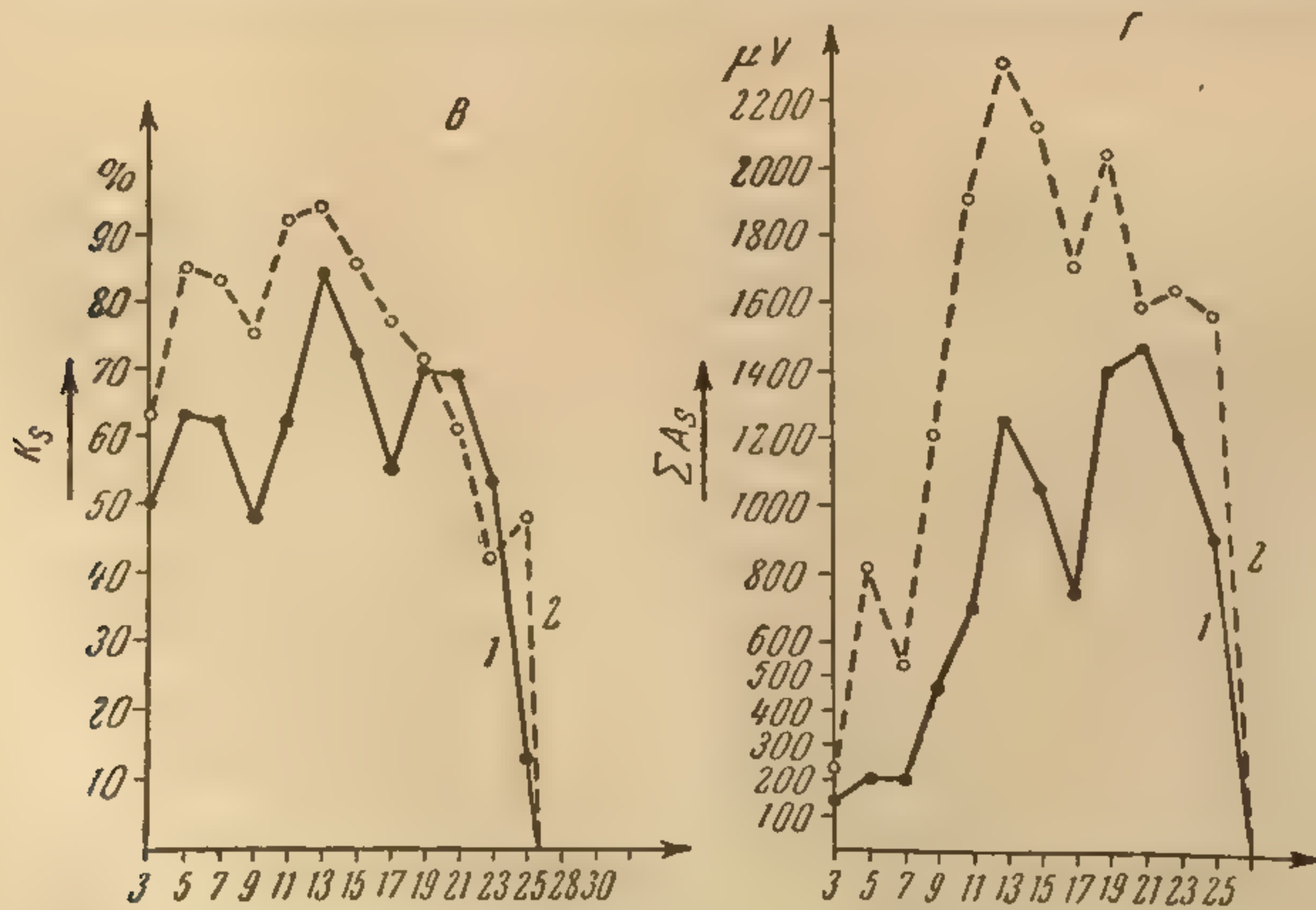
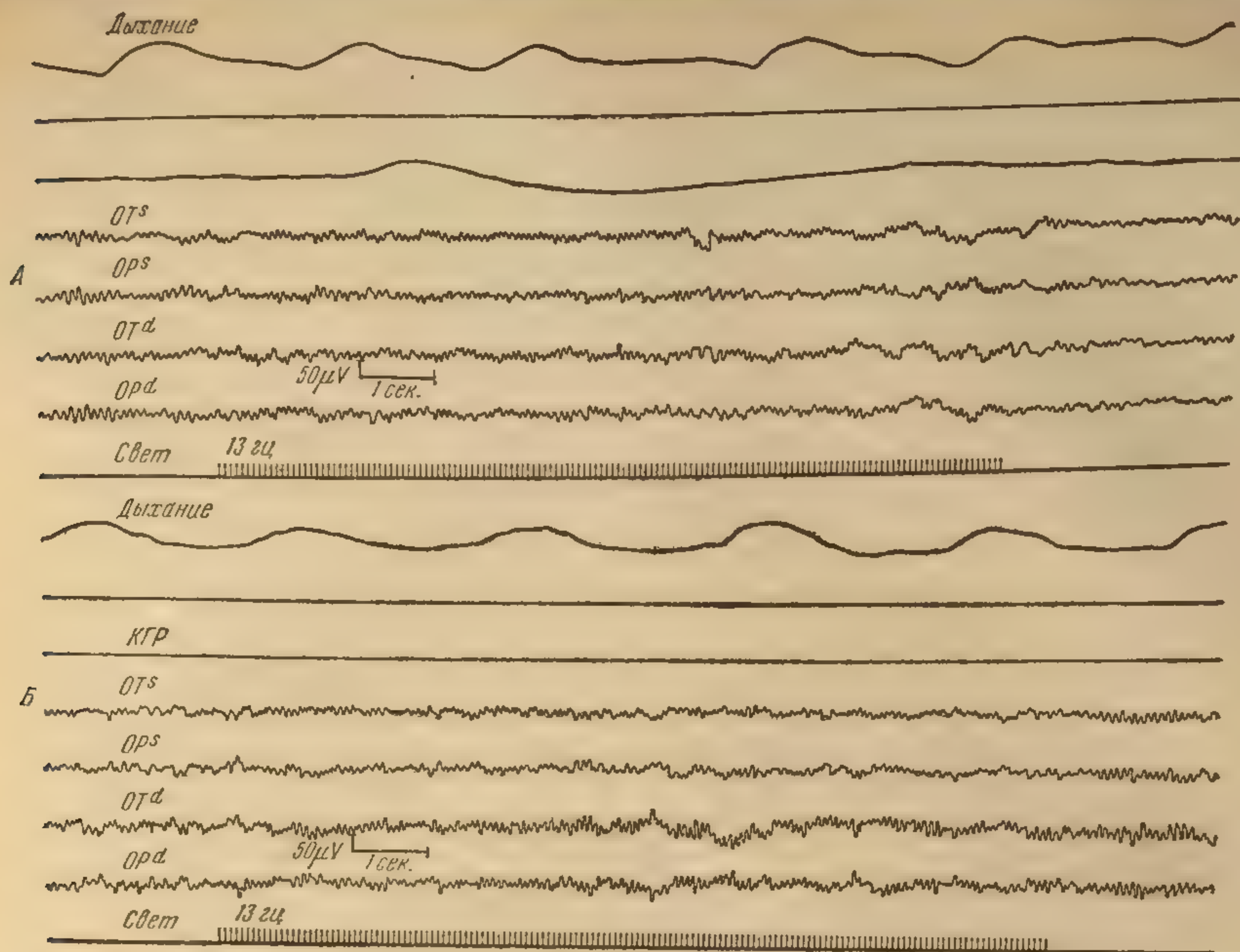
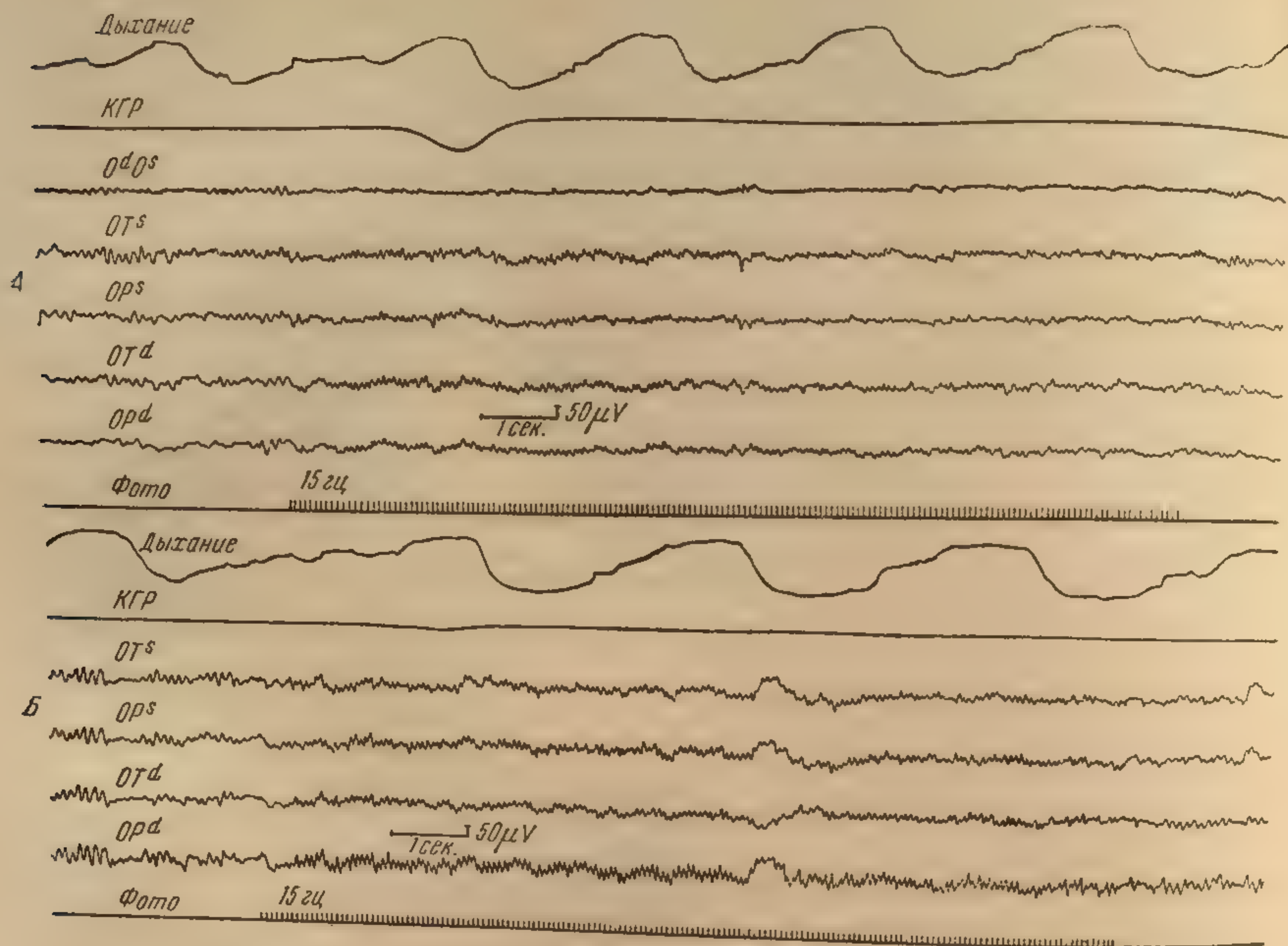


Рис. 58. Исследование реактивных потенциалов Саши К., 15 лет.
9/V 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 56.



выраженная асимметрия в реакции усвоения между правым и левым полушарием головного мозга за счет значительного возрастания амплитуды справа (рис. 58, Б).

Умеренно выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция после приема внутрь амизила была полностью угнетена, период дыхания стал реже. На графиках анализа реактивных потенциалов (рис. 58, В, Г) видно, что кривая коэффициента синхронизации в результате влияния амизила сдвинулась вправо, т. е. расширилась за счет более высокой части спектра. Кривая суммарной энергии реактивных колебаний также сдвинулась вправо после приема 10 мкг/кг амизила, а в центре спектра, кроме того, еще поползла вверх на величину порядка 1500 мкв. Последнее обстоятельство мы и восприняли как увеличение амплитуды вызванных потенциалов. Сходное явление наблюдалось

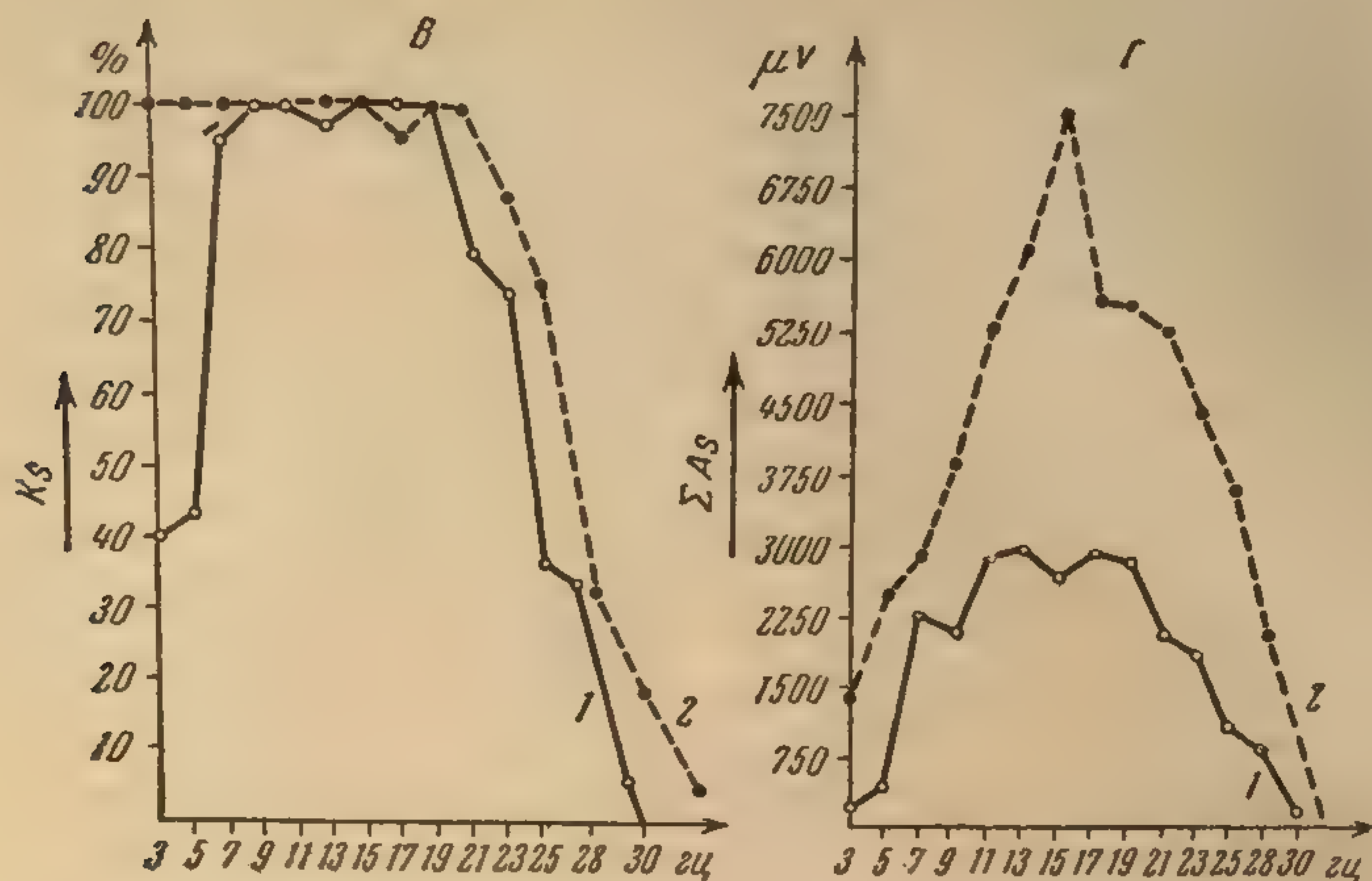


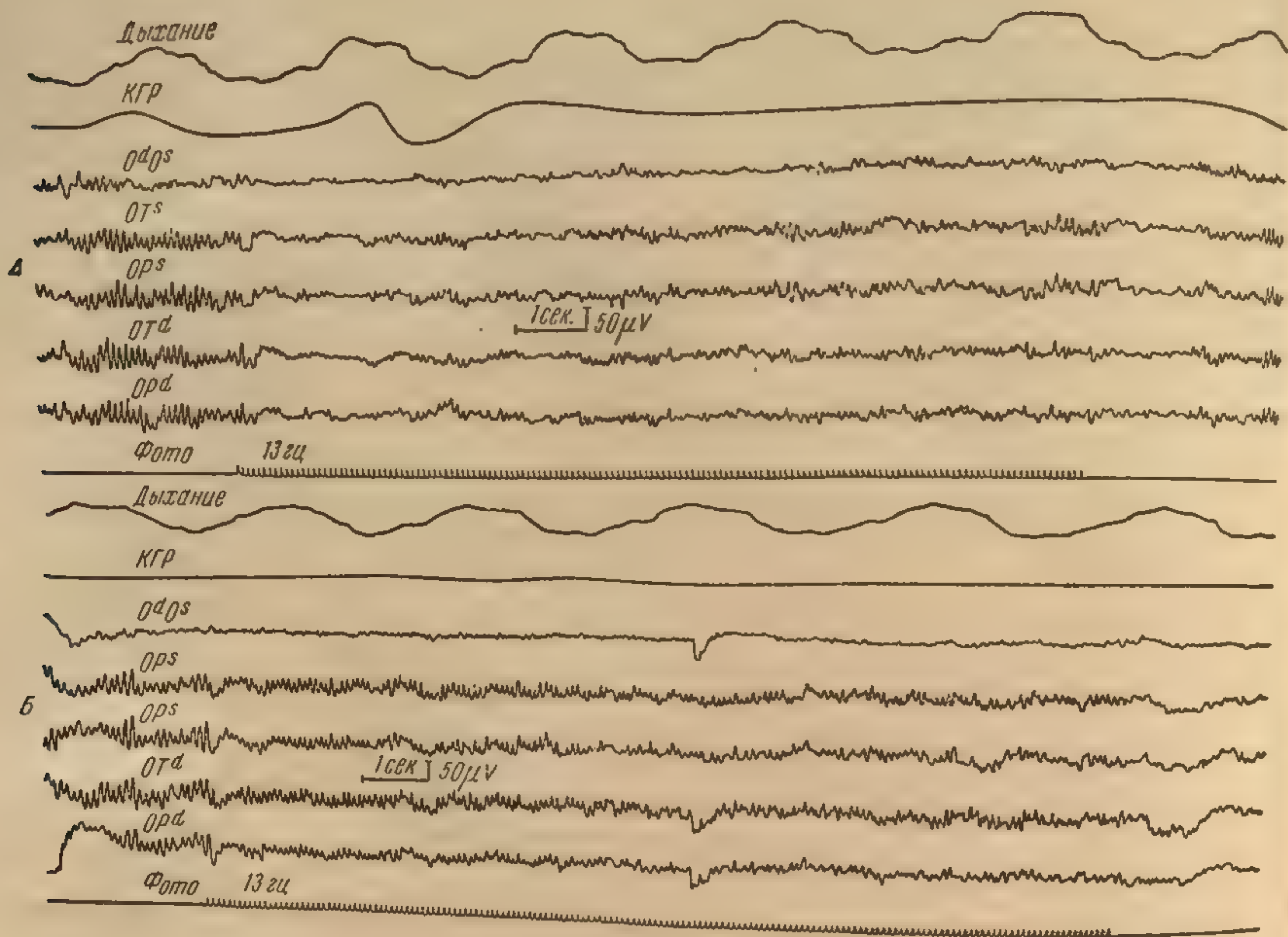
Рис. 59. Исследование реактивных потенциалов Вити П., 14 лет, 23/VIII 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 56.

нами при анализе изменений реактивных потенциалов под влиянием утомления (например, Ваня Р., см. рис. 32; Юра С., см. рис. 36).

Следующий вариант изменения реактивных потенциалов в результате влияния амизила представлен исследованием Вити П., 14 лет, от 23/VIII 1960 г. До получения амизила имелось четко выраженное воспроизведение мозгом частоты световой стимуляции 15 герц, а в ответ на включение прерывистого света появлялась ориентировочная кожно-гальваническая реакция, на кривой (рис. 59, А) видно, что эта реакция появилась через 1,6 секунды. После приема амизила внутрь в дозе 9 мкг/кг у ребенка полностью пропали страх и напряженность, испытываемые им перед операцией, резко возросла амплитуда вызванных потенциалов (рис. 59, Б). Если до приема амизила амплитуда последних справа и слева была одинакова, то после действия амизила амплитуда больше возрастает справа, главным образом в затылочно-теменном отведении.

Ориентировочная кожно-гальваническая реакция оказалась полностью угнетенной амизилом. Анализ реактивных потенциалов и построение графиков по двум основным показателям (K_s и ΣA_s) выявил



динамику этих показателей, довольно похожую на ту, с которой мы встречались в предыдущей главе при блокаде адренореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола пропазином у Тани С. (сравните графики на рис. 52 и рис. 59). Здесь, так же как и у Тани С., видно незначительное увеличение коэффициента синхронизации по всему спектру усваиваемых частот стимуляции, а суммарная энергия реактивных потенциалов резко увеличивалась больше всего в центре спектра — почти в 3 раза: с 2650 до 7500 мкв. Хотя под влиянием амизила увеличение показателя ΣA_s у Вити П. было больше, чем у Тани С. под влиянием пропазина, тем не менее сходство кривых налицо. Небольшое отличие заключалось в том, что у Вити П. под влиянием амизила спектр реактивных потенциалов расширялся в обе стороны.

Пятый вариант изменения реактивных потенциалов под влиянием амизила наблюдался у Лены Б., 14 лет, 29/VIII 1960 г. До получения

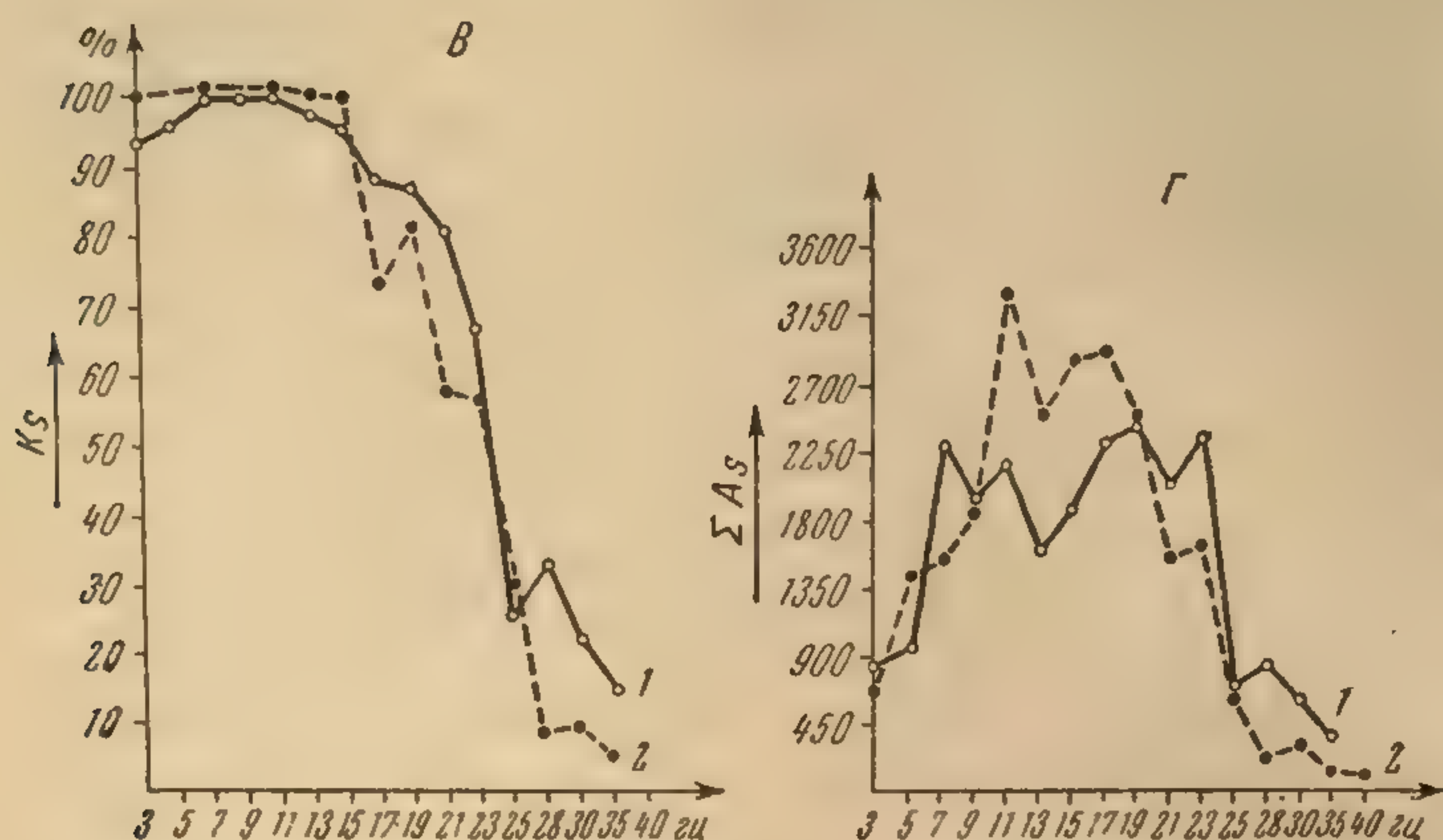
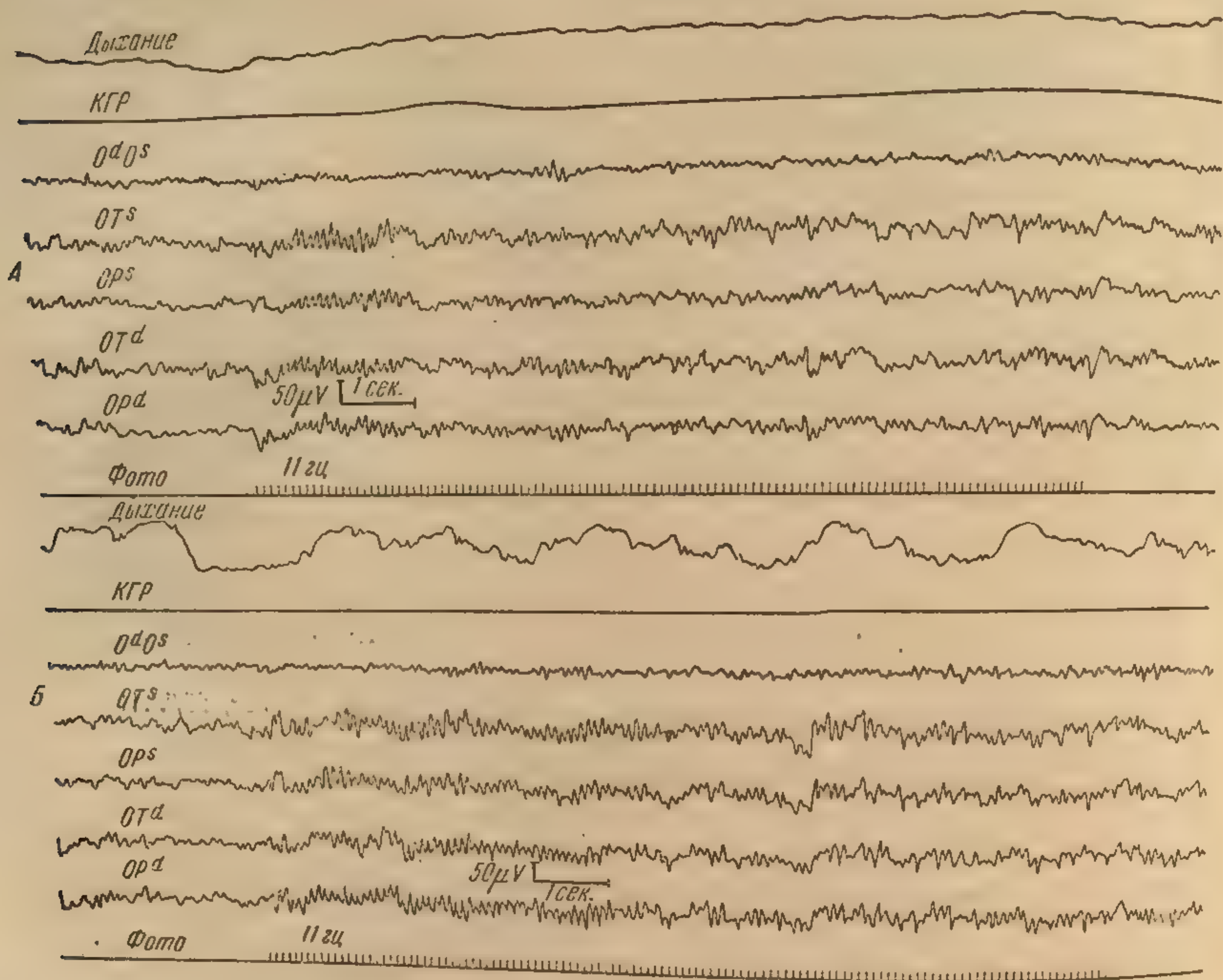


Рис. 60. Исследование реактивных потенциалов Лены Б., 14 лет, 29/VIII 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 56.

амизила имелось удовлетворительное воспроизведение мозгом ритма световой стимуляции частотой 13 герц (фон 10—10,5 герца), в ответ на включение прерывистого света появилась выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция с латентным периодом 1,5 секунды (рис. 60, А). После приема внутрь амизила в дозе 10 мкг/кг увеличилась амплитуда реактивных потенциалов, больше в затылочно-височных отведениях, появилась некоторая асимметрия между затылочно-височными и затылочно-теменными отведениями. Ориентировочная кожно-гальваническая реакция была полностью угнетена амизилом (рис. 60, Б). Графики с анализом реактивных потенциалов (рис. 60, В, Г) показали следующую картину: коэффициент синхронизации в первой половине спектра после приема амизила достигает потолка, немного возрастаю по сравнению с фоновым исследованием, а с 17 до 35 герц происходит уменьшение величины K_s . Показатель же энергии реактивных потенциалов в центре спектра (с 9 до 17 герц) под влиянием амизила заметно возрастает (на 1000 мкв и более), а на высоких частотах он становится ниже.



Таким образом, на частоте 17 герц наблюдается определенная диссоциация в динамике качественного (K_s) и количественного (ΣA_s) показателя синхронизации реактивных потенциалов: первый становится меньше, а второй увеличивается. Следовательно, увеличение амплитуды перекрывает уменьшение общего числа (синхронизированных частотой 17 герц) колебаний потенциала. Подобная картина диссоциации качественных и количественных параметров воспроизводимых мозгом частот была при умственном утомлении у Шуры Л. (см. рис. 34), но там она была более выражена.

Следующий вариант изменения реактивных потенциалов под влиянием амизила (10 мкг/кг) наблюдался в исследованиях Люды Б., 12 лет, 15/VIII 1960 г. и Валерия И., 13 лет, 20/VIII 1960 г. Он заключался в

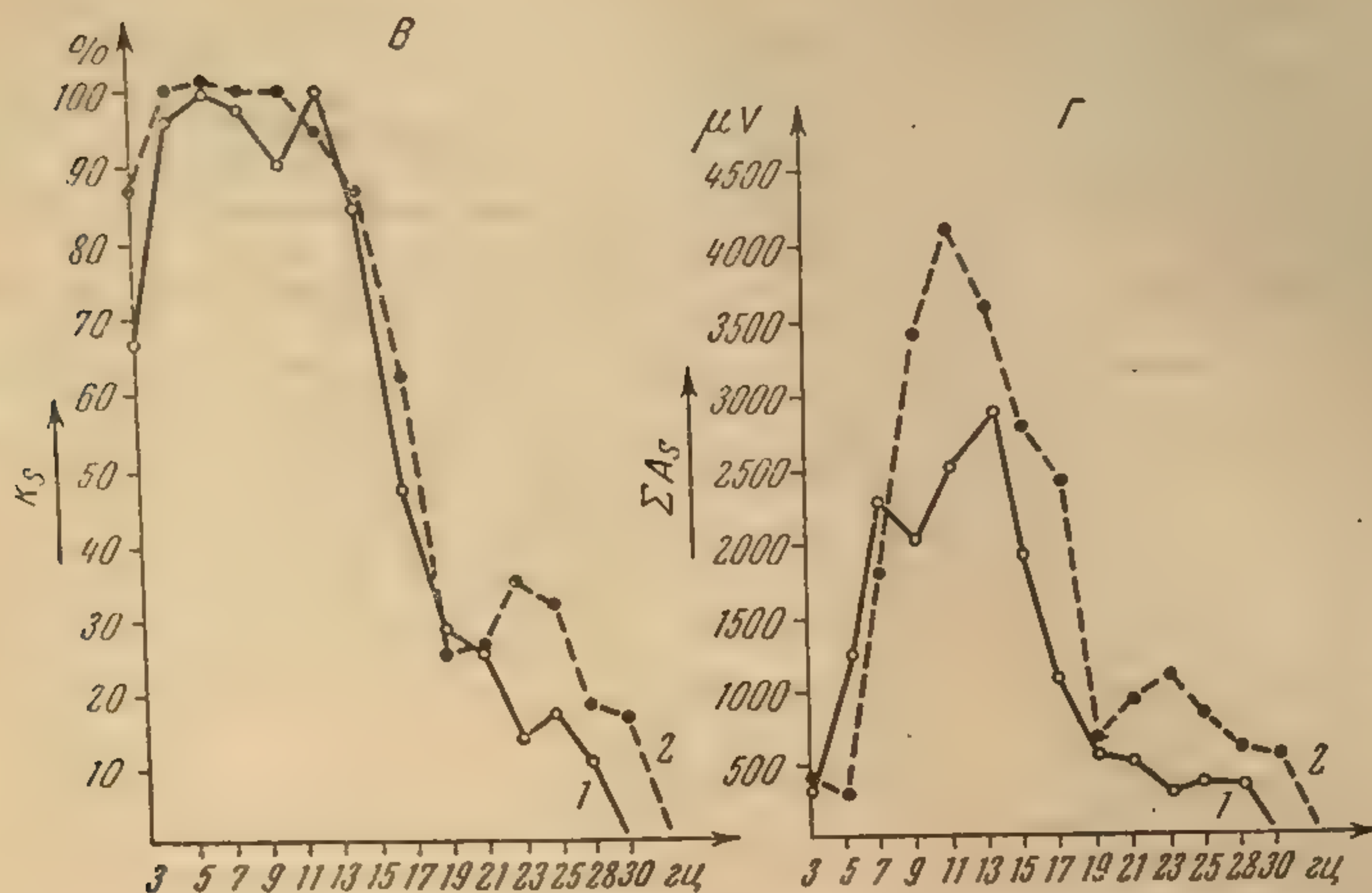


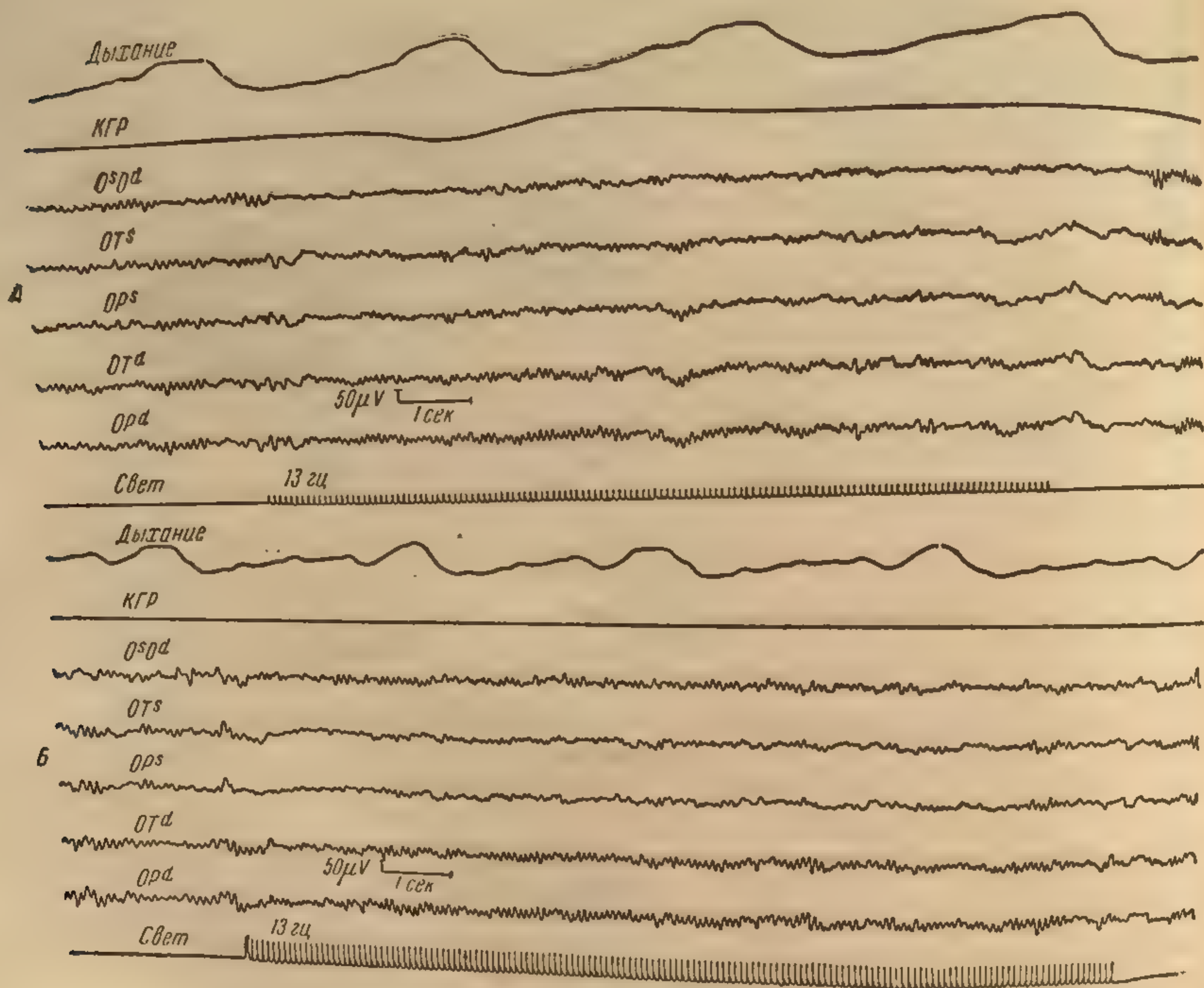
Рис. 61. Исследование реактивных потенциалов Люды Б., 12 лет, 15/VIII 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 56.

следующем: коэффициенты синхронизации в низкой части и центре спектра частот с незначительным увеличением повторяли соответствующие величины до приема амизила, а в высокой части спектра под влиянием амизила наблюдалось увеличение этой величины. Кривая энергии реактивных потенциалов имела значительное увеличение в центре, потом спускалась на нет и в высокой части спектра снова давала увеличение (рис. 61, В, Г; 62, В, Г).

На электроэнцефалограммах Люды Б. (рис. 61, А, Б) видно улучшение воспроизведения мозгом частоты 11 герц главным образом за счет возрастания амплитуды под влиянием амизила, при этом ΣA_s для этой частоты возрастает более чем на 1500 мкв. Незначительная кожно-гальваническая реакция полностью блокируется амизилом.

На электроэнцефалограмме Валерия И. (рис. 62, А, Б) мы после приема амизила наблюдаем ту же картину. Улучшение воспроизведения мозгом частоты 13 герц соответствует увеличению энергии реактивных потенциалов для этой частоты на 1600 мкв. Незначительная кожно-гальваническая реакция также полностью блокируется.



При исследовании Володи А., 15 лет, 15/V 1960 г. мы встретились с выраженным увеличением коэффициента синхронизации после приема амизила в дозе 9 мкг/кг. Величины K_s и ΣA_s в этом случае определялись за отрезок времени 5 секунд. На электроэнцефалограмме (рис. 63, А) видно незначительное усвоение частоты 15 герц, лучше выраженное в левом затылочно-височном отведении (OTS), ориентировочная кожно-гальваническая реакция резко выражена и появляется спустя 1,6 секунды после начала светового раздражения. Амизил значительно улучшает воспроизведение мозгом частоты 15 герц, одновременно полностью угнетая ориентировочную кожно-гальваническую реакцию и учащая ритм

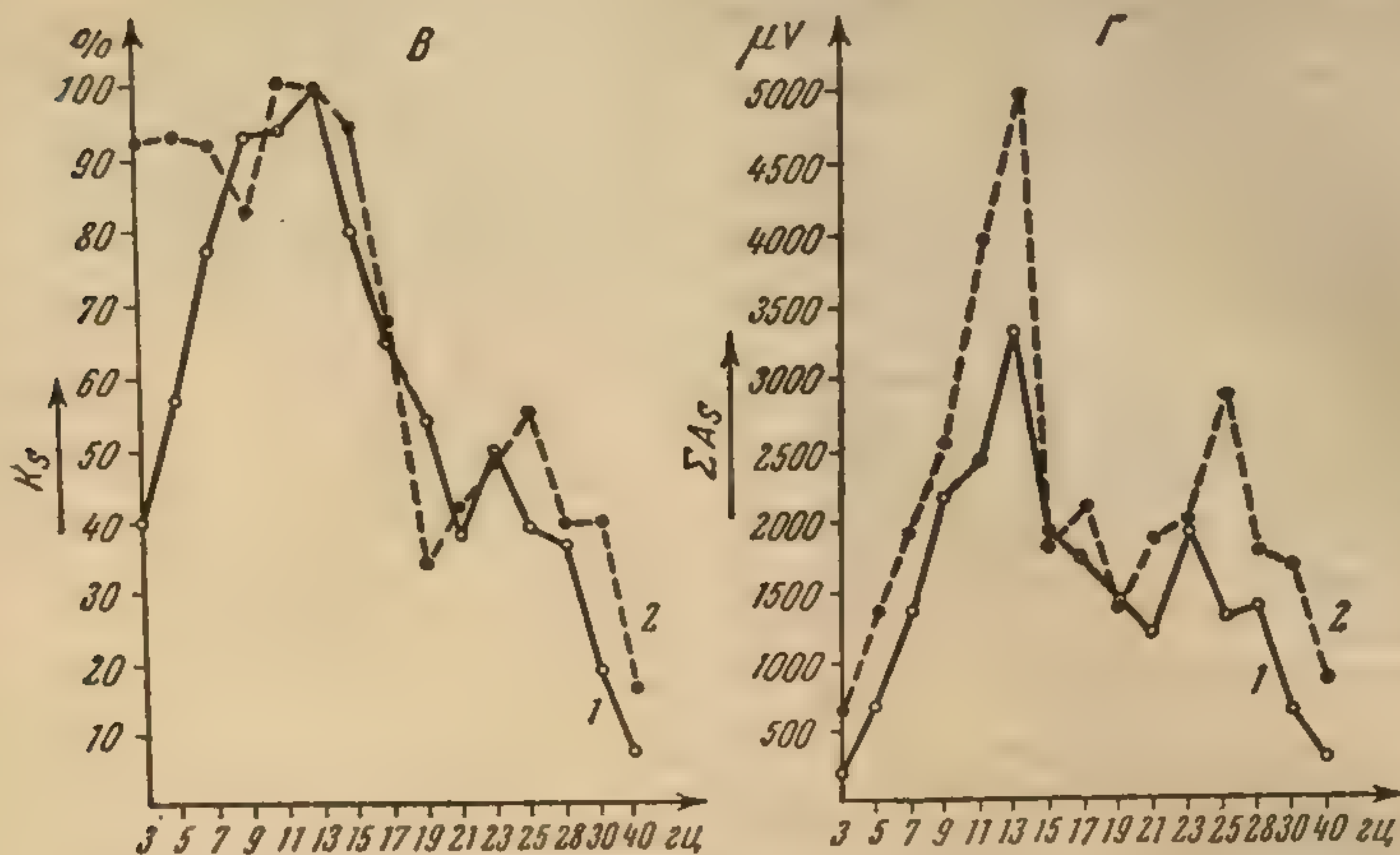


Рис. 62. Исследование реактивных потенциалов Валерия И., 13 лет, 20/VIII 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 56.

дыхания (рис. 63, Б). Соответственно коэффициент синхронизации после амизила для этой частоты увеличился с 52 до 96%, а энергия реактивных потенциалов — с 1840 до 3740 мкв, т. е. более чем вдвое (рис. 63, В, Г). На графиках анализа видно, что увеличение коэффициента синхронизации под влиянием амизила происходит в диапазоне с 7 до 25 герц, в то время как энергия синхронизированных колебаний растет в более узком диапазоне — с 11 до 15 герц. Вместе с тем после амизила наблюдается расширение спектра усваиваемых частот за счет появления усвоения высоких частот (30—35 герц).

Заключение

Был продолжен анализ роли активирующей восходящей системы ретикулярной формации в явлении умственного утомления. В этой связи с целью выяснения влияния холинергических механизмов ретикуляр-

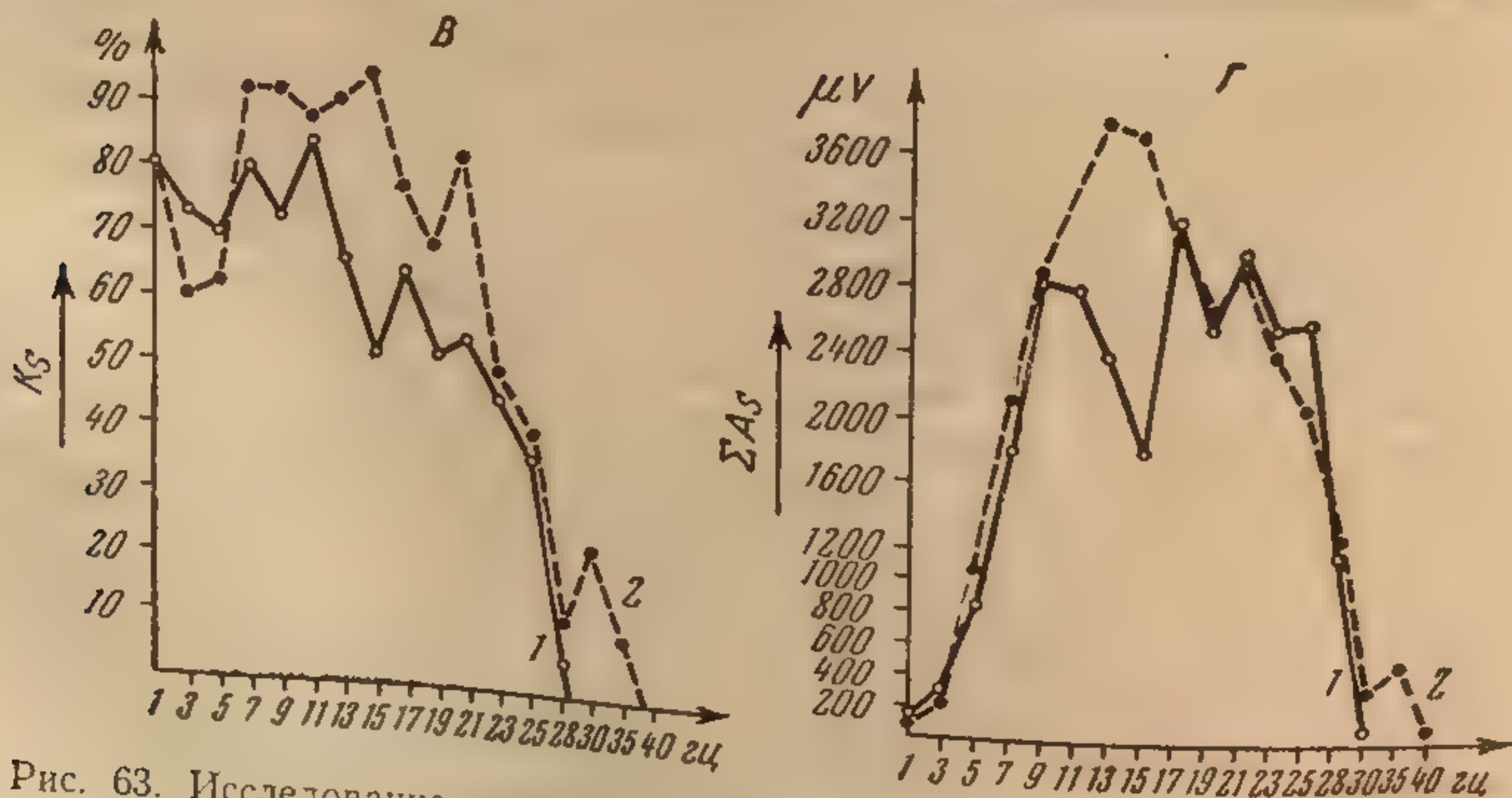
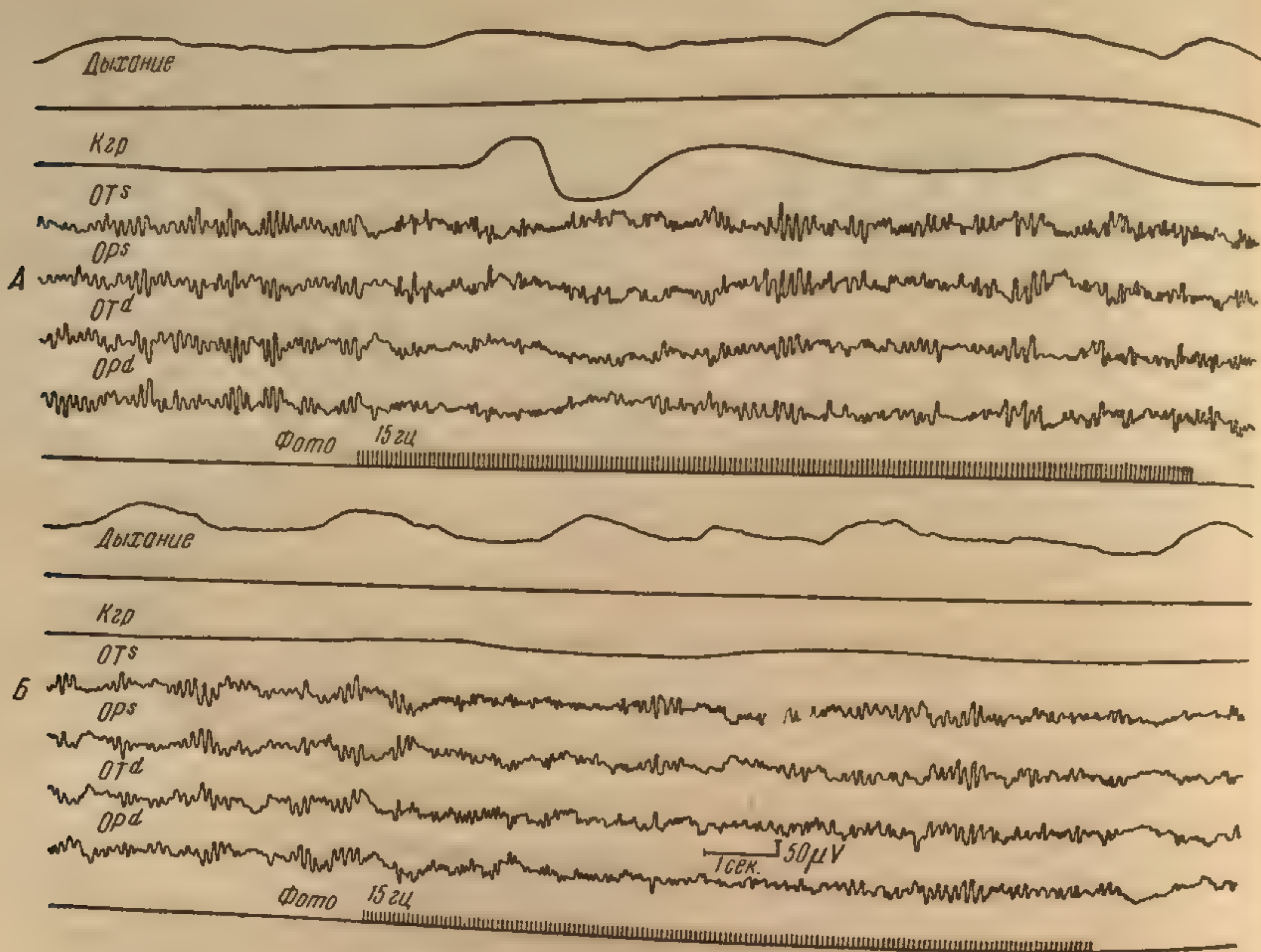


Рис. 63. Исследование реактивных потенциалов Володи А., 15 лет, 15/V 1960 г.
Обозначения те же, что на рис. 56.

ной формации на процесс синхронизации реактивных потенциалов мы применили центральный холинолитик амизил, являющийся успокаивающим средством при проведении отоларингологических операций. Последний, по данным лабораторий, руководимых С. В. Аничковым и М. Д. Машковским (Аничков, 1961б; Денисенко, 1960а, б, 1961, 1962; Аничков и Денисенко, 1962; Ильюченко и Машковский, 1961; Ильюченко, 1962), блокирует М-холинэргические системы в синапсах активирующей ретикулярной формации мозгового ствола, преимущественно среднего мозга. Амизил обладает очень сильным центральным холинолитическим действием на холинореактивные системы активирующей ретикулярной формации и сравнительно слабым периферическим атропиноподобным действием. Клиническим показанием к применению амизила явилась необходимость снять при операциях у детей чувство страха, беспокойства и тревожного напряжения, предупреждения тяжелых вегетативных реакций при сохраненном сознании.

При средней дозе амизила около 10 мкг/кг наблюдалось эффективное действие блокирующего вещества. Из 30 исследованных детей у 22 (73,4%) энергия реактивных потенциалов и коэффициент синхронизации возрастали, у 7 детей (23,3%) оба эти показателя существенно не менялись и у одного ребенка (3,3%) показатели синхронизации реактивных потенциалов понижались.

Приведенный в главе фактический материал как по величине дозировки блокирующего вещества, так и по электроэнцефалографическим параметрам энергии реактивных потенциалов и коэффициента их синхронизации свидетельствует, что блокада М-холинэргических систем ретикулярной формации более эффективна, чем подобная блокада адренореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола. Увеличение упомянутых параметров при действии пропазина наблюдалось у 62,1%, а при действии амизила у 73,4% всех обследованных детей. Уменьшение этих параметров при действии пропазина было у 17,2%, а при действии амизила — у 3,3% обследованных детей. Таким образом, увеличение параметров синхронизации при действии амизила было более значительным.

Общая тенденция действия амизила, проявляющаяся в усилении процессов синхронизации вызванных потенциалов, выражалась, как и при умственном утомлении, в различных вариантах. В одних случаях имелось значительное увеличение величин коэффициента синхронизации и энергии реактивных потенциалов по всему спектру частот (например, Галя С.). В других случаях значительное увеличение показателя энергии реактивных потенциалов сопровождалось лишь незначительным увеличением коэффициента синхронизации (например, Галя Я.). В третьих случаях под влиянием амизила кривые обоих изучаемых параметров сдвигались вправо (в высокую часть спектра и вверх). В чет-

вертых случаях под влиянием амизила можно было наблюдать определенную диссоциацию в динамике изучаемых параметров: коэффициент синхронизации уменьшался, а энергия вызванных потенциалов увеличивалась (например, Саша Д., Лена Б). Встречались и другие варианты соотношения в динамике обоих изучаемых параметров под влиянием амизила. Вместе с тем обращала на себя внимание однозначность изменений реактивных потенциалов, наблюдаемых при умственном утомлении и при блокаде адренергических или холинергических систем восходящей ретикулярной формации головного мозга.

Изложенное заставляет полагать, что центральные адренолитики (пропазин) и центральные холинолитики (амизил), блокируя адрено- или М-холинореактивные системы синапсов ретикулярной формации мозгового ствола, угнетают ориентировочную деятельность (в частности, тормозят кожно-гальваническую реакцию), понижают тонус активирующей ретикулярной формации, а следовательно, вторично понижают тонус коры. Все это приводит к сдвигу функциональной мозаики коры в сторону «мелкораздробленного» торможения. Этим самым создаются наиболее благоприятные условия для процесса синхронизации реактивных потенциалов, когда лучше всего проявляется способность мозга воспроизводить частоты ритмов световой стимуляции.

Как
организ
ральных
ными э
выраже
тивных
низм би
ральных
активны
уровне
ской ак
ла объ
ретикул
уровень
централ
ной дея
На
ных сис
ют цент
процесс
они сни
ство стр
вающих
световы
Вме
постато

Глава VIII

ВЛИЯНИЕ ОДНОВРЕМЕННОЙ БЛОКАДЫ АДРЕН- И ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ АКТИВИРУЮЩЕЙ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ НА РЕАКТИВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА РЕБЁНКА

Как было выяснено в предыдущих главах (VI и VII), в действии на организм производных фенотиазина (аминазин, пропазин и др.) и центральных холинолитиков (амизил, метамизил и др.), являющихся сложными эфирами ароматических кислот и аминоспиртов, обнаруживается выраженное влияние как на психику, так и на течение многих вегетативных процессов. Упомянувшиеся выше работы показали, что механизм биологического действия аминазина, пропазина и других центральных адренолитиков объясняется угнетением (блокадой) адренореактивных систем синапсов ретикулярной формации мозгового ствола на уровне восходящей активирующей системы. Специфичность биологической активности центральных холинолитиков типа амизила и метамизила объясняется блокадой М-холинореактивных систем в синапсах ретикулярной формации мозгового ствола. В обоих случаях изменяется уровень синаптических передач нервных импульсов (преимущественно в центральных синапсах), а значит, изменяется и уровень функциональной деятельности мозга.

Наши исследования детей при блокаде адрено- и М-холинореактивных систем синапсов мозгового ствола наглядно показали, как действуют центральные адренолитики и М-холинолитики на психику, эмоции и процесс синхронизации реактивных потенциалов мозга. Мы видели, что они снимали у детей школьного возраста на операционном столе чувство страха, беспокойства, напряжения, усиливали действие обезболивающих веществ, а также способность мозга воспроизводить частоту световых мельканий.

Вместе с тем транквилизирующее действие отдельных препаратов, достаточное для таких хирургических вмешательств, как тонзиллэктомия,

оказалось недостаточным для более радикальных операций, как например, тимпаноластика. Практика показала, что необходимый терапевтический эффект от одного вещества мог быть получен лишь при использовании его в больших дозах, что часто вызывает побочные эффекты, например, коллапс при введении аминазина.

По-видимому, побочное влияние одного транквилизирующего вещества в больших дозах обусловлено его влиянием также на адрено- и холинореактивные системы периферических синапсов.

Основываясь на известных физиологических данных (Dell, Bonvallet, Hugelin, 1954, 1956; Rinaldi и Himwich, 1955a, b; Rothballer, 1956; Bradley, Elkes, 1957; Bradley, Mollica, 1958) о наличии двух главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации головного мозга (через холинергические и адренергические синаптические системы), а также на специфичности транквилизирующих свойств центральных холинолитиков и производных фенотиазина, мы применили у детей уменьшение передачи нервных импульсов одновременно по обоим путям. Это дало выраженный транквилизирующий эффект при относительно небольших дозах транквилизаторов.

**Методика одновременной блокады главных путей
передачи нервных импульсов
в ретикулярной формации головного мозга
при операциях на височной кости у детей**

С целью проведения многочасовых радикальных операций на височной кости (тимпаноластика) у детей 3—15 лет мы применили одновременное внутримышечное введение адреналитика аминазина и центрального холинолитика метамизила. Подробное электроэнцефалографическое исследование нами метамизила — одного из сильнейших препаратов центрального холинолитического действия — показало, что его влияние на мозг ребенка аналогично действию амизила. Вместе с тем метамизил обладает более сильным центральным действием, чем амизил (Денисенко, 1962).

В опытах на мышах, кроликах и собаках, а затем в наблюдениях на детях было установлено, что аминазин и метамизил могут значительно усиливать действие анальгетиков. При одновременном добавлении этих веществ к промедолу наблюдалось не просто суммирование эффектов усиления аминазином и метамизилом обезболивающего действия промедола, а явление потенцирования (Пратусевич, Маломуж, Денисенко, 1962). Так, при дозе промедола 1 мг/кг анальгезия у собаки продолжалась 40 минут, после прибавления к этой дозе промедола аминазина (0,5 мг/кг) потеря болевой чувствительности продолжалась 60 минут, а после применения этой же дозы промедола вместе с метамизилом

(0,125 мг/кг) обезболивание длилось 80 минут. При совместном применении всех этих веществ в указанных дозах анальгезия продолжалась 140 минут. Следует подчеркнуть, что добавление к промедолу транквилизаторов вызывало усиление обезболивающего эффекта, увеличение его длительности и повышало скорость наступления.

Описанный опыт на собаке показывает, почему совместное применение нами у детей смеси промедола, аминазина, метамизила оказалось исключительно эффективным. В результате стало возможным производить у детей многочасовые радикальные операции на височной кости (тимпанопластику) под местной анестезией, причем полностью снимался страх и синдром настороженности и беспокойства, дети лежали спокойно в течение всей операции. До сих пор операцию тимпанопластики у детей делали только под наркозом.

Таким образом в детской клинике Московского института уха, горла и носа (зав. Ф. Ф. Маломуж) было прооперировано 150 детей от 3 до 15 лет, из них более чем у 100 детей сделана тимпанопластика.

Из 100 операций тимпанопластики у 90 (90%) детей эффективность блокады адрено- и М-холинореактивных систем мозгового ствола была исключительно высокой, дети в течение всей операции лежали спокойно с сохраненным сознанием. В 10 случаях (10%) во время операций наблюдалось возбуждение и пришлось перейти на эфирно-кислородный наркоз. Однако и в этих случаях за двухчасовую операцию эфира расходовалось 20—40 мл вместо 80 мл, как это бывает при операциях без введения транквилизаторов. Возможно, что в этих 10 случаях доза транквилизаторов была недостаточной, так как еще до операции эти дети были очень возбуждены.

Исключительно сильный транквилизирующий эффект при даче аминазина с метамизилом, по-видимому, объясняется одновременной блокадой адрено- и холинореактивных систем в синапсах ретикулярной формации мозгового ствола, когда производилась как бы временная «фармакологическая перерезка» восходящего активирующего отдела ретикулярной формации. Следствием этого являлось резкое понижение тонуса коры головного мозга в результате сильного ограничения афферентных импульсов. Если обычно при таких операциях аминазин употребляют в дозе не меньше 50 мг, то метамизил позволил нам уменьшить эту дозу в 5 раз, доведя ее в среднем до 10 мг внутримышечно или до 0,2—0,3 мг/кг. Доза метамизила при этом составляла 2—3 мг, в среднем 2,5 мг, или 0,05—0,06 мг/кг. Известное гипотензивное действие аминазина на артериальное давление (переходящее иногда в коллапс) полностью предупреждалось: в течение всей операции артериальное давление находилось на уровне 100/55—150/85 мм ртутного столба. Дыхание при применении смеси аминазина с метамизилом также существенно не изменялось и его нарушений не наблюдалось. Все это указывало, что

смесь транквилизаторов (аминазин и метамизил) с анальгетиком (промедол) является безопасной для ребенка и очень активной. Промедол мы вводили в среднем в дозе 20 мг, или 0,4—0,5 мг/кг.

Обычно ребенок 9—15 лет накануне операции получал на ночь 0,1—0,2 г барбамила. Это обеспечивало хороший сон в ночь, предшествующую операции. Утром перед операцией ребенок повторно получал ту же дозу барбамила. Спустя 30—60 минут ему вводили в палате транквилизирующую смесь из аминазина (в среднем 10 мг) и метамизила (в среднем 2,5 мг), промедол (20 мг). После этого у ребенка наблюдалось выраженное сонливое состояние или дремота. В таком состоянии ребенка перевозили в операционную и приготавливали к операции на височной кости. Операция начиналась, как правило, спустя 30—40 минут после введения транквилизаторов. Во время операции дети лежали спокойно, отвечали на вопросы хирурга, были безразличны к окружающему, не испытывали страха, беспокойства и других отрицательных эмоций. Патологические вегетативные реакции на травму отсутствовали. После операции тимпаноластики дети несколько часов спали, самочувствие у них было хорошее. На следующий день после операции дети также чувствовали себя хорошо. Осложнений в связи с одновременной блокадой адрено- и холинореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола отмечено не было. Ни разу не было рвоты, которая обычно наблюдается при эфирно-кислородном наркозе, или каких-либо иных осложнений. Выздоровление всех больных, оперированных в условиях блокады ретикулярной формации, протекало нормально. Дозировка транквилизаторов обычно определялась нами индивидуально по характеру изменения реактивных потенциалов. Выработанные таким образом в течение полуторалетних исследований возрастные дозы транквилизаторов позволили в последнее время эффективно оперировать детей в условиях блокады восходящей ретикулярной формации уже без предварительного электроэнцефалографического определения эффективности применяемой дозировки.

Приведем в качестве иллюстрации выписку из истории болезни Славы К., 14 лет, от 2/II 1961 г.

Накануне операции пульс 80 ударов в минуту, удовлетворительного наполнения, ритмичный. Границы сердца без изменений, тоны сердца чистые. Артериальное давление 100/65 мм ртутного столба. На ночь перед операцией получил внутрь 0,2 г барбамила. Спал хорошо. Утром в день операции повторно принял барбамил в той же дозе. За 30 минут до операции в палате внутримышечно введена транквилизирующая смесь: 10 мг аминазина, 2,5 мг метамизила и 20 мг промедола. Через 10 минут после инъекции пульс 88 ударов в минуту, артериальное давление 92/60 мм ртутного столба. В состоянии выраженной сонливости ребенок перевезен в операционную. Чувство страха и беспокойства у него отсутствовало. В связи с задержкой операции в 10 часов 20 минут (через 55 минут после первой инъекции) введена дополнительная доза транквилизаторов: 5 мг аминазина и 0,8 мг метамизила. В последующем динамика сердечно-сосудистой деятельности имела следующие показатели.

Время	Пульс, удары в минуту	Артериальное давление, мм. рт. ст.
10 час. 29 мин.	88	93/50
10 » 40 »	104	110/60
10 » 42 »	Начата тимпаноплас- тика	
10 » 47 »	104	118/50
10 » 55 »	128	120/50
10 » 59 »	116	120/52
11 » 19 »	116	120/55
11 » 35 »	128	110/58
11 » 48 »	116	110/60
12 » 00 »	108	110/65
12 » 06 »	120	100/62
12 » 08 »	112	105/62

Операция окончена
в 12 часов 08 минут

Приводим показатели сердечно-сосудистой деятельности при фармакологической блокаде ретикулярной формации (10 мг аминазина, 2,5 мг метамизила) во время операции тимпанопластики 30/I 1961 г. у Зои П., 15 лет.

Время	Пульс, удары в минуту	Артериальное давление, мм рт. ст.
10 час. 47 мин.	92	120/75
10 » 50 »	Начата операция	
10 » 55 »	100	112/80
11 » 04 »	204	150/80
11 » 07 »	108	140/80
11 » 14 »	88	135/75
11 » 29 »	116	120/75
11 » 34 »	120	125/75
12 » 09 »	124	125/80
12 » 30 »	100	120/75
12 » 35 »	Операция окончена	
12 » 36 »	94	120/75

У другого ребенка — Васи М., 14 лет — при блокаде ретикулярной формации (10 мг аминазина, 2,5 мг метамизила) во время тимпанопластики 27/I 1961 г. наблюдались следующие показатели сердечно-сосудистой деятельности.

Время	Пульс, удары в минуту	Артериальное давление, мм рт. ст.
10 час. 29 мин.	92	130/65
10 » 35 »	Начата операция	
10 » 38 »	116	115/40
10 » 44 »	104	110/35
10 » 52 »	108	115/35
10 » 55 »	112	115/35
11 » 11 »	120	150/55
11 » 21 »	110	122/60
11 » 28 »	104	110/60
11 » 37 »	100	105/55
11 » 40 »	Операция окончена	

Непосредственно после внутримышечного введения транквилизаторов в палате наблюдалось небольшое кратковременное снижение артериального давления, которое уже до операции в операционной поднималось обычно до или выше исходного уровня и в процессе всей операции держалось в пределах 100—150 мм ртутного столба (максимальное). Наивысших цифр артериальное давление и пульс достигали при удалении грануляций в барабанной полости. Эти грануляции очень плохо анестезируются любыми анестетиками (в том числе и кокаином). Пульс на этом этапе операции мог повышаться до 120—140 ударов в минуту, сохраняя ритмичность и хорошее наполнение, артериальное давление повышалось до 130—150 мм ртутного столба.

Электроэнцефалографическое изучение совместного действия аминазина и метамизила

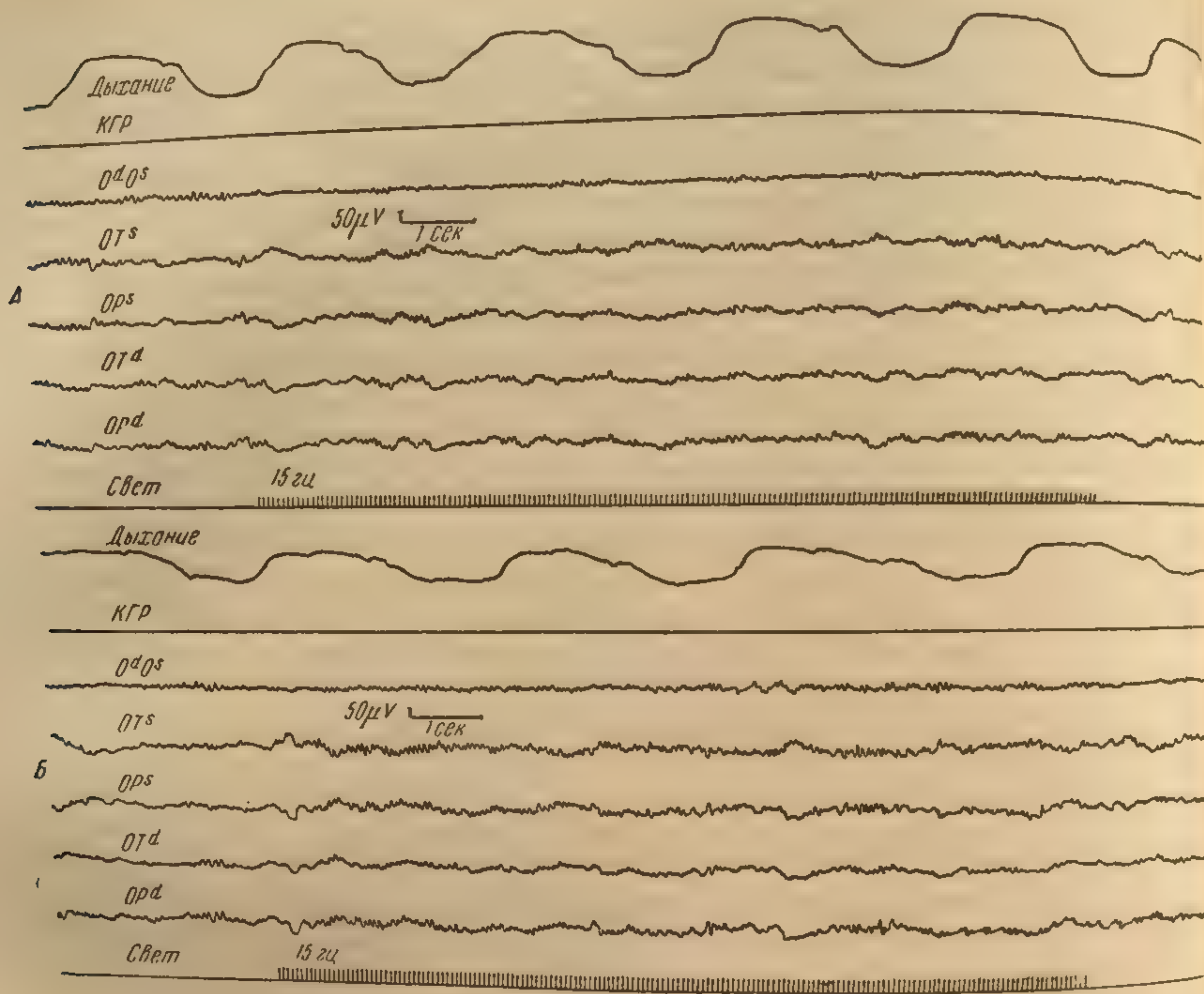
Накануне операции мы изучали влияние одновременной блокады ретикулярной формации, вызываемой аминазином и метамизилом, на реактивные потенциалы головного мозга. После исследования спектра реактивных потенциалов в норме ребенок получал внутримышечно литическую смесь, состоящую из 5 мг аминазина и 1,25 мг метамизила. Указанная доза представляла половину той средней дозы транквилизаторов, которую ребенок получал перед радикальной операцией. Вместе с тем указанная доза адренолитиков и холинолитиков производила эффективную блокаду адрено- и М-холинореактивных систем в центральных синапсах.

Рассмотрим конкретные случаи влияния одновременной блокады адрено- и холинореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола на динамику реактивных потенциалов мозга.

Исследование ребенка Гены Н., 13 лет, 3/I 1961 г. На электроэнцефалограмме (рис. 64, А, Б) и графиках анализа реактивных потенциалов мозга представлены результаты изучения последних до и после действия литической смеси (аминазина совместно с метамизилом). На электроэнцефалограмме до получения смеси (рис. 64, А) видно появление реактивных колебаний в ответ на стимуляцию ритмическим светом 15 герц. После введения литической смеси воспроизведение мозгом частоты световых мельканий 15 герц значительно улучшилось (рис. 64, Б). Дыхательная кривая стала более плавной. Сознание оставалось сохраненным, чувство страха и беспокойство исчезло. Коэффициент синхронизации (рис. 64, В) увеличился после смеси по всему спектру частот, а для 15 герц он возрос с 69 до 89%. Суммарная энергия синхронизированных колебаний для 15 герц (рис. 64, Г) увеличилась с 1525 до 2800 мкв. Такое отчетливое увеличение энергии, как показывает график, наблюдалось в средней и высокой частях спектра (11—35 герц).

С несколько другим вариантом изменения параметров синхронизации реактивных потенциалов под влиянием аминазина с метамизилом мы встречаемся у Вовы К., 13 лет. При исследовании этого мальчика 19/I 1961 г. мы обнаружили на электроэнцефалограмме заметное увеличение реактивных потенциалов после введения литической смеси (рис. 65, А, Б). Коэффициент синхронизации после введения литической смеси характеризуется сдвигом кривой вправо (рис. 65, В): резко возрастает K_s в высокой части спектра. Вместе с тем для частот 9; 11; 15 герц K_s уменьшается на 13—20% по шкале графика. Возрастает суммарная энергия реактивных потенциалов (рис. 65, Г), особенно в высокой части спектра.

Третий вариант изменений реактивных потенциалов при совместном действии аминазина с метамизилом представлен в исследовании Юры Б., 14 лет, от 5/VII 1962 г. До действия указанной литической смеси (рис. 66, А) видно появление умеренной ориентировочной кожно-гальванической реакции на включение ритмического света со скрытым периодом 1,5 секунды. Усвоение мозгом ритма световых мельканий частотой 15 герц выражено хорошо, несколько лучше слева. Через 30 минут после введения аминазина с метамизилом появилось состояние сонливости, ориентировочная кожно-гальваническая реакция оказалась полностью подавленной, альфа-ритм, который до этого имел частоту 11 герц, заменился альфа-ритмом частотой 11,5—12 герц, прерываемым медленными волнами частотой 5—7 герц. Амплитуда реактивных потенциалов частотой 15 герц на представленной электроэнцефалограмме (рис. 66, Б) значительно возросла. Как показывает график суммарной энергии



(рис. 66, Г), этот рост составил 1780 мкв. Коэффициент же синхронизации, как видно на графике (рис. 66, В), снизился с 95 до 85% для той же частоты 15 герц. Анализ реактивных потенциалов показал, что под влиянием литической смеси показатель K_s в диапазоне 11—25 герц имеет незначительную тенденцию к понижению, а в частотах 5—9 герц и 28—30 герц незначительную тенденцию к повышению. Зато когда мы переходим к показателю ΣA_s , то в результате совместного действия аминазина и метамизила наступает резкий рост суммарной энергии (до 4000 мкв) реактивных потенциалов по всему спектру частот (рис. 66, Г). Четвертый вариант изменений реактивных потенциалов при совместном блокирующем действии аминазина и метамизила характеризовался увеличением обоих параметров синхронизации в низкой половине спек-

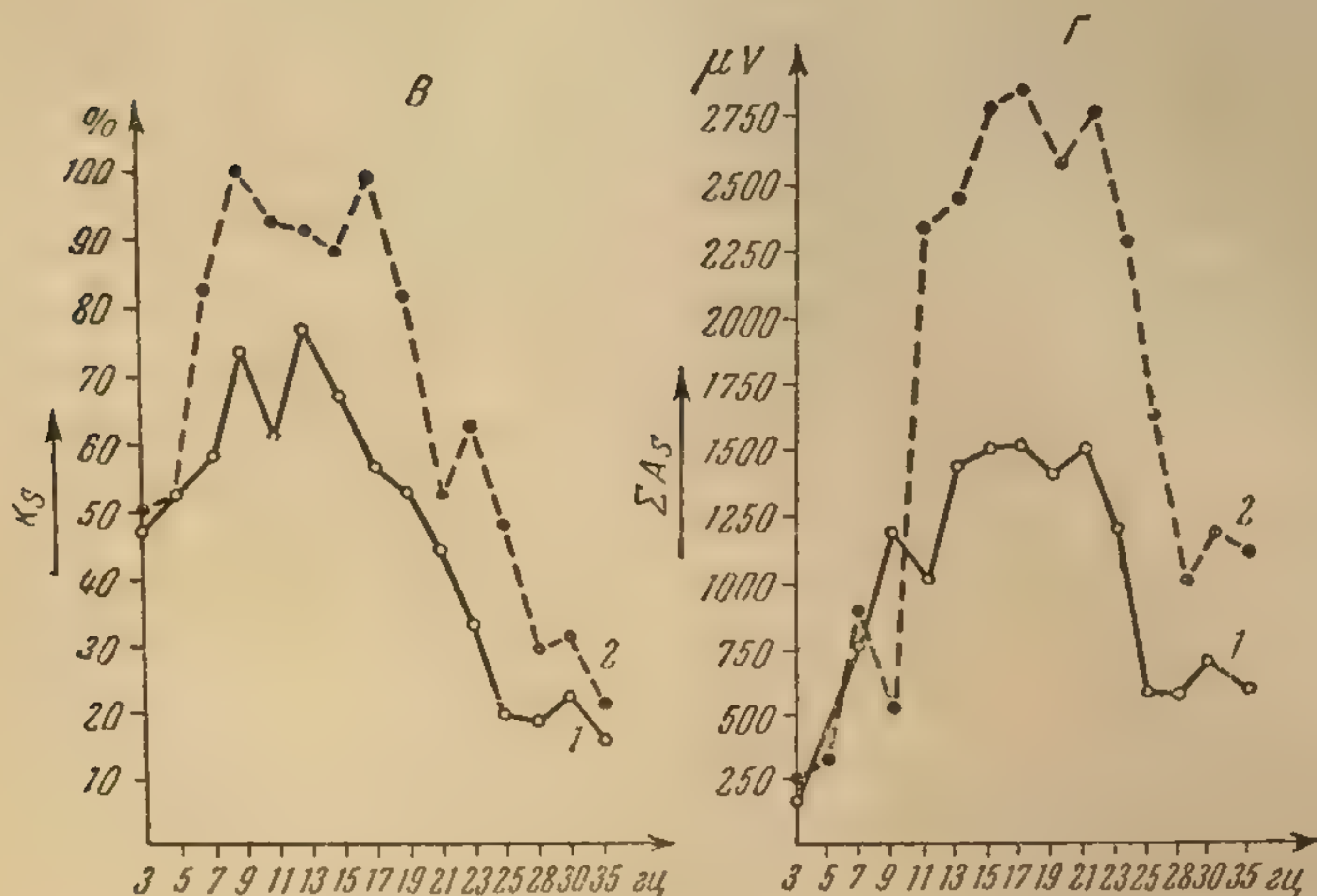


Рис. 64. Исследование реактивных потенциалов Гены Н., 13 лет, 3/1 1961 г.

А — электроэнцефалограмма до действия транквилизаторов (норма); Б — то же через 30 минут после внутримышечной инъекции 5 мг аминазина + 1 мг метамизила; В — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Г — суммарная энергия реактивных потенциалов (ΣA_s) для каждой частицы раздражителя.

1 — до введения транквилизирующей смеси; 2 — после введения транквилизаторов через 30 минут.

ра и уменьшением этих параметров в высокой половине спектра частот. Этот вариант представлен исследованием Светланы Б., 15 лет, от 3/IV 1961 г. На электроэнцефалограммах (рис. 67, А, Б) видно усвоение мозгом частот стимуляции 7 и 13 герц до и после блокады. На обеих электроэнцефалограммах до введения литической смеси транквилизаторов видна отчетливая ориентировочная кожно-гальваническая реакция со скрытым периодом 1,7 секунды, которая полностью подавляется блокирующим действием транквилизаторов на синапсы ретикулярной формации среднего мозга. Усвоение частот 7 и 13 герц при этом заметно улучшается. На графиках анализа (рис. 67, В) видна отчетливая картина возрастания вдвое коэффициента синхронизации для частот 3—9 герц и возрастание его на $\frac{1}{4}$ для частоты 13 герц. Начиная с 19 герц K_s

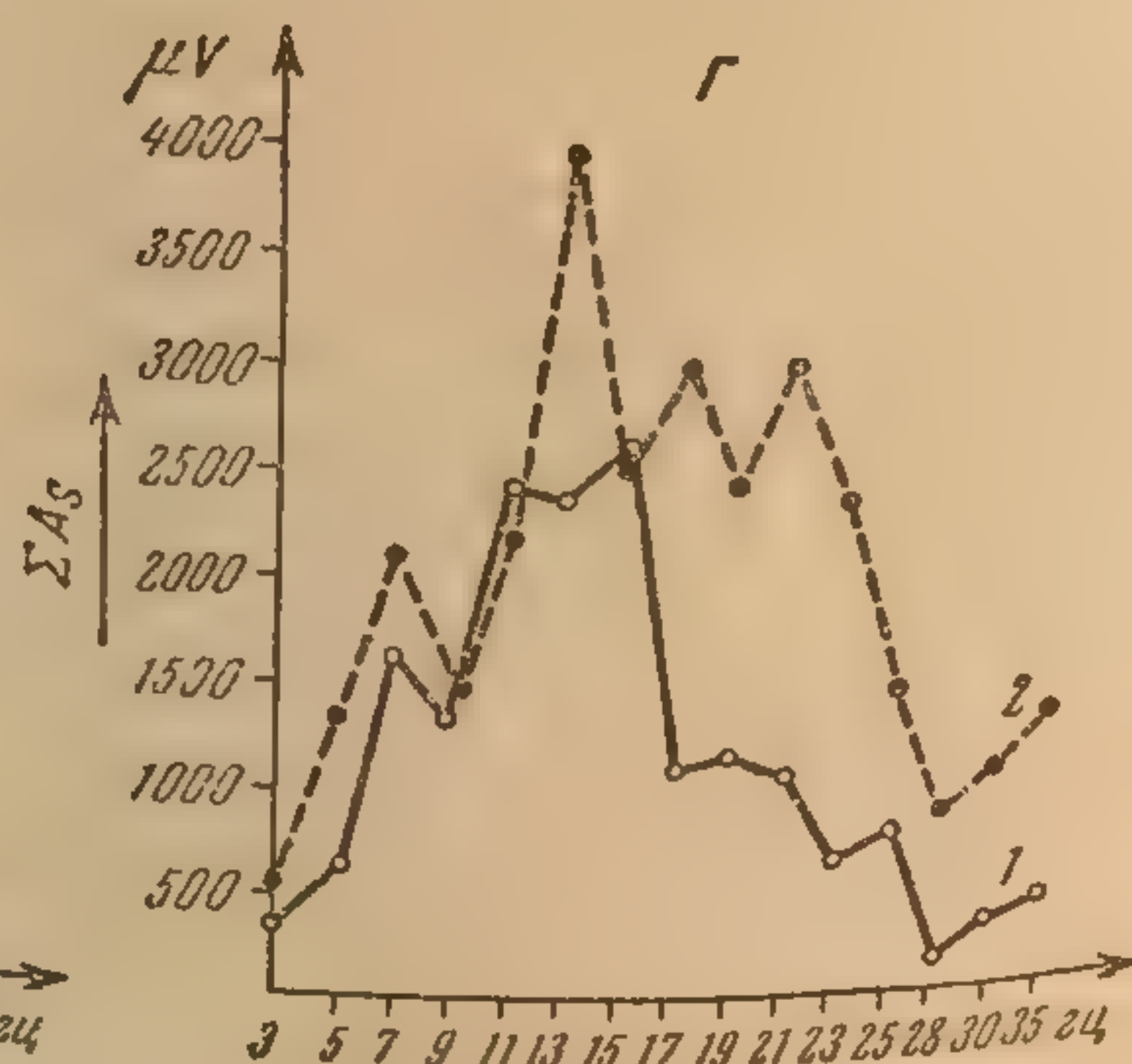
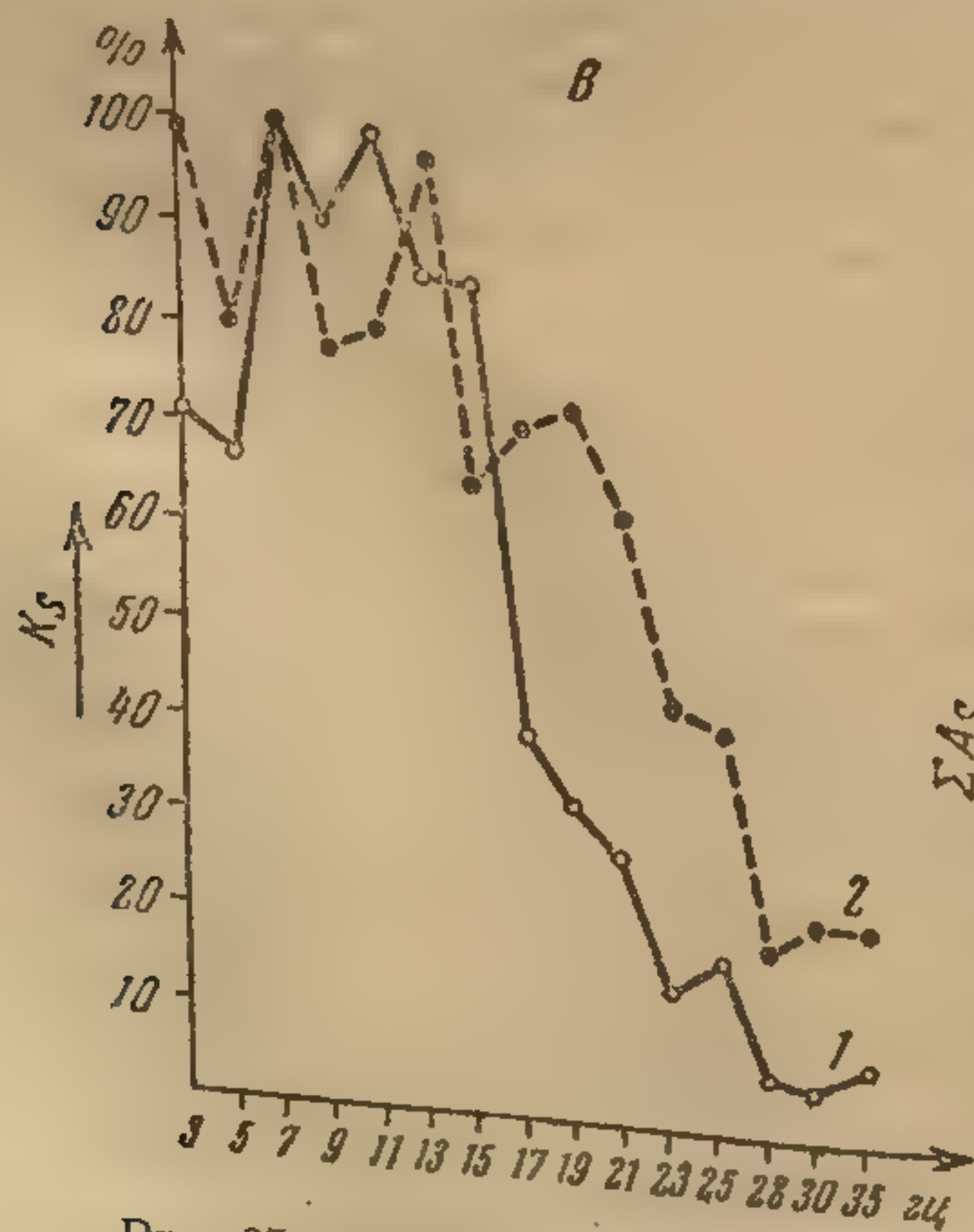
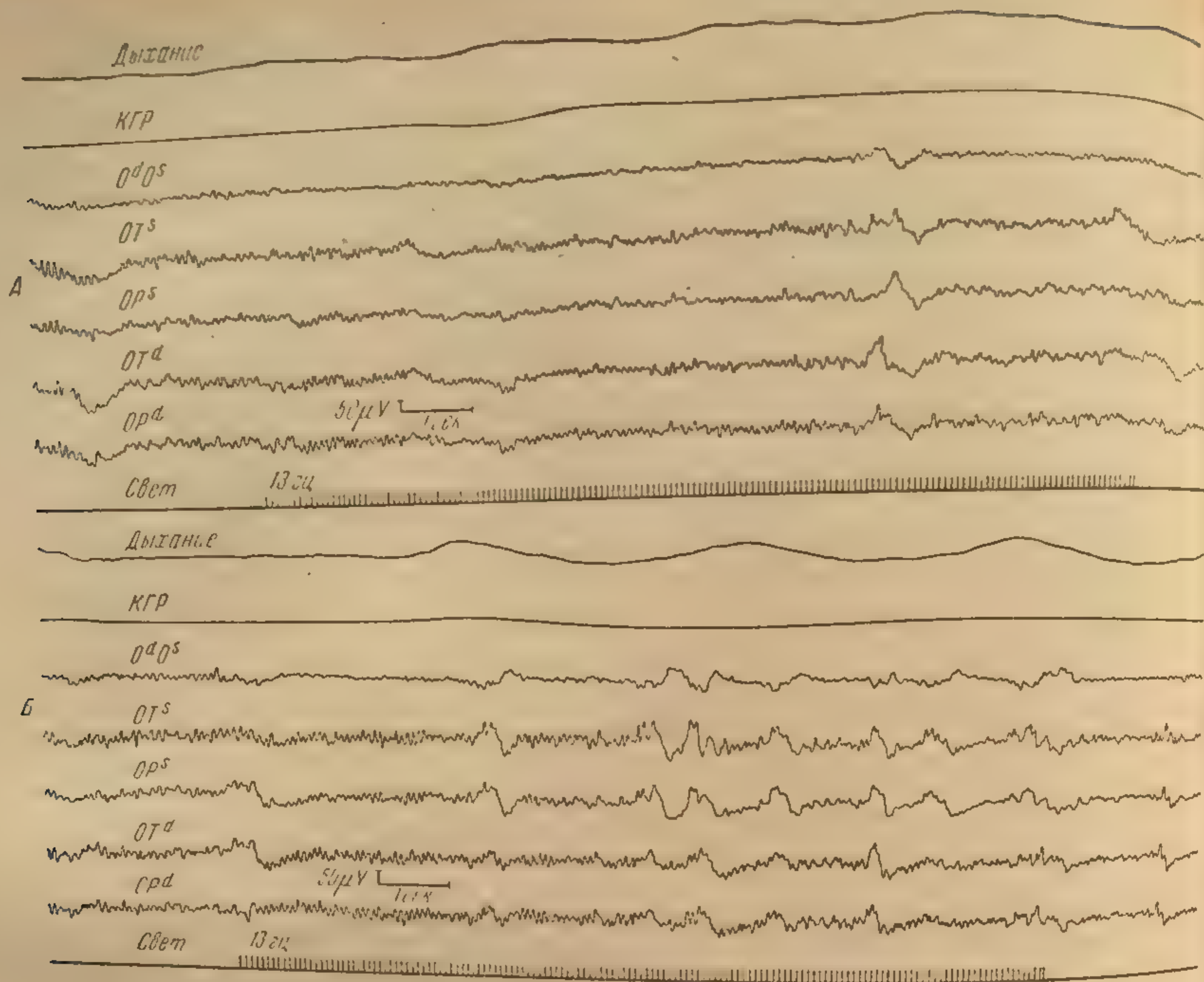


Рис. 65. Исследование реактивных потенциалов Вовы К., 13 лет, 19/1 1961 г.
Обозначения те же, что на рис. 64.

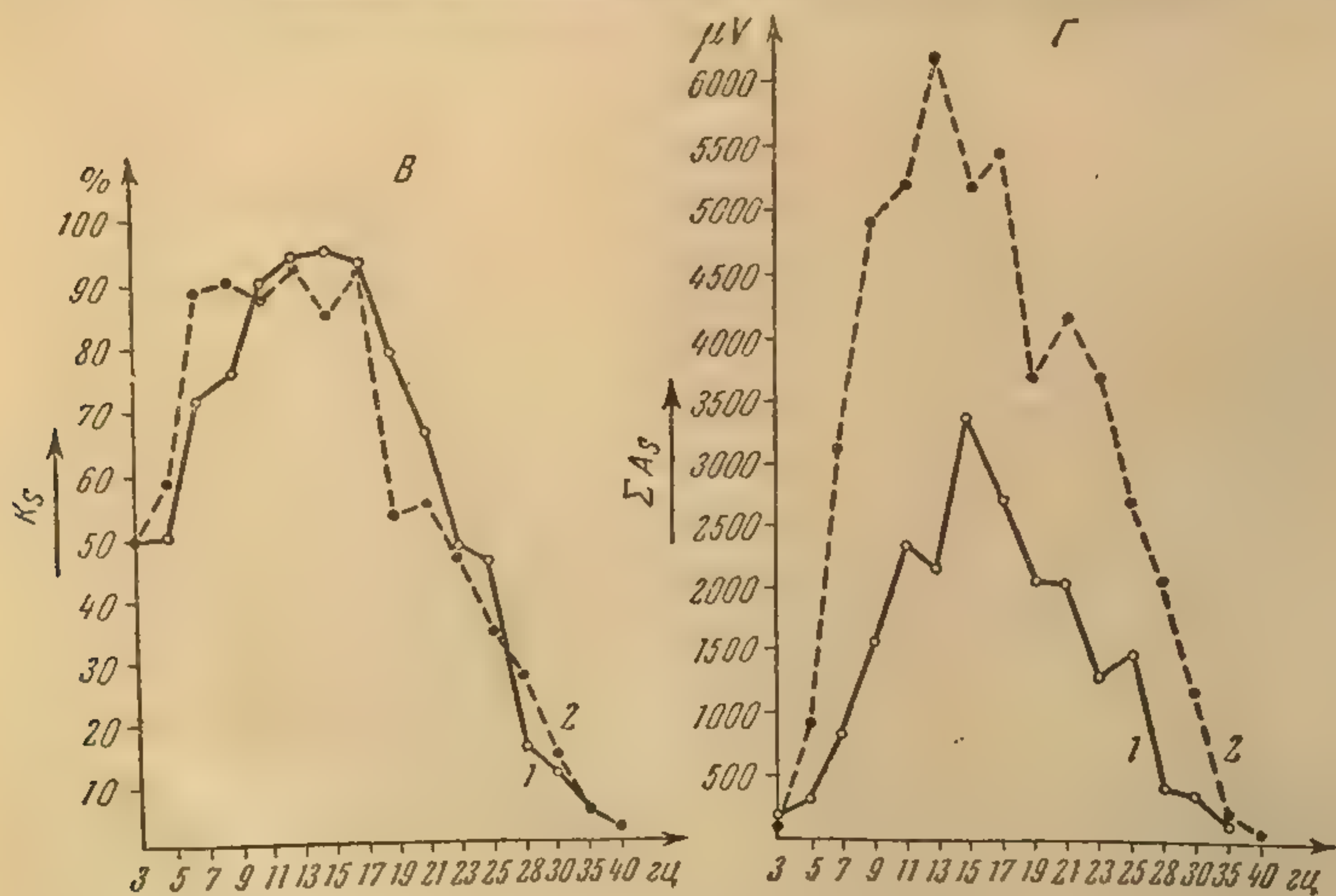
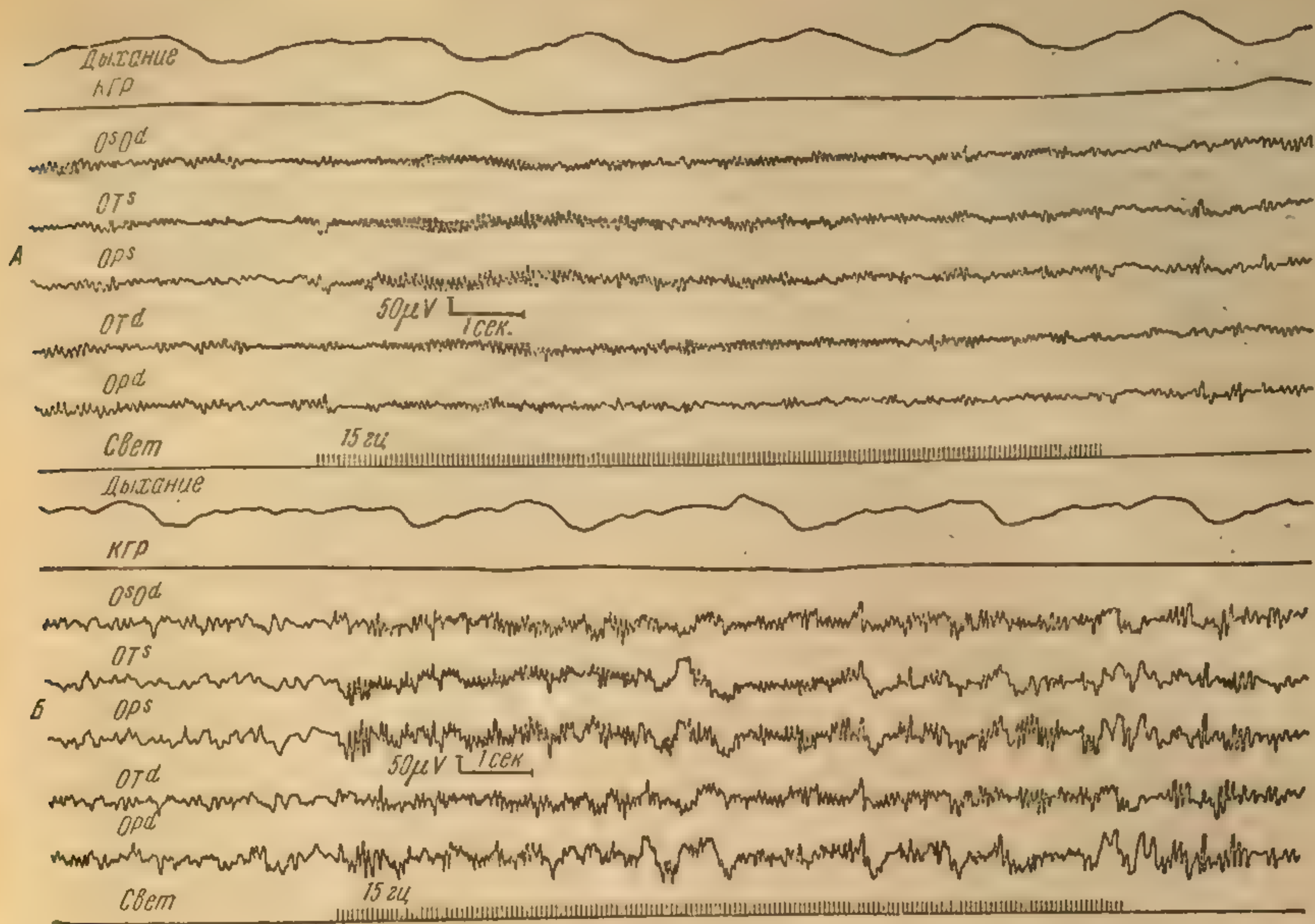
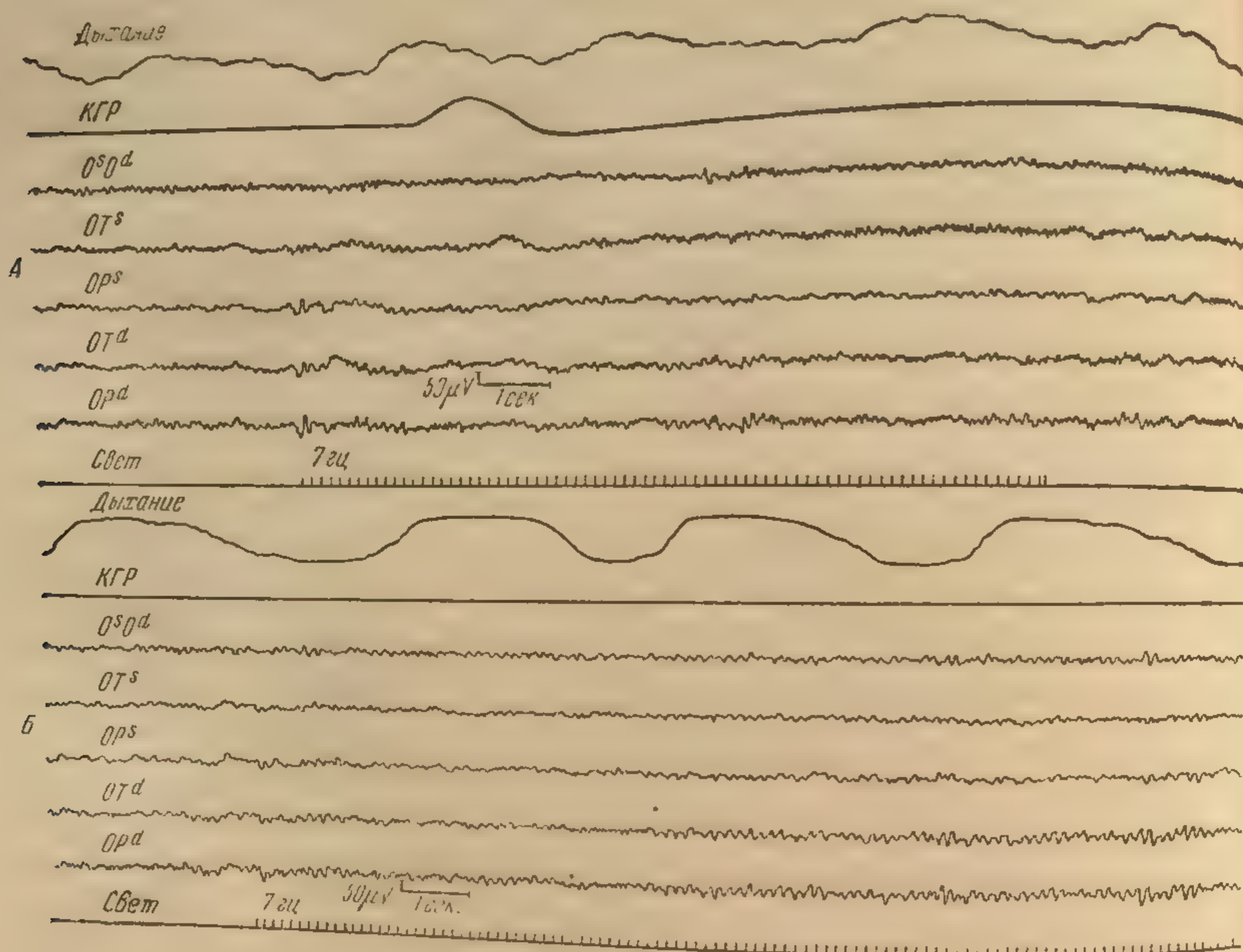


Рис. 66. Исследование реактивных потенциалов Юры Б., 14 лет, 5/VII 1962 г.
Обозначения те же, что на рис. 64.



начинает под влиянием транквилизаторов уменьшаться. Аналогичная картина представлена на графике анализа суммарной энергии реактивных потенциалов (рис. 67, Г). Однако тенденция к снижению выражена у нее значительно слабее, чем тенденция к повышению.

Следующий вариант изменения реактивных потенциалов мозга под влиянием аминазина и метамизила характеризуется увеличением обоих параметров синхронизации в высокой половине спектра усваиваемых частот. На обоих графиках мы видим сдвиг после введения литической смеси транквилизаторов обеих кривых вправо. Этот вариант представлен исследованием Валерия С., 12 лет, от 4/V 1961 г. На электроэнцефалограммах (рис. 68, А, Б) видно, что на фоне плохо выраженного альфа-ритма имеется хорошее усвоение в правом полушарии и плохое усвоение в левом полушарии частоты 13 герц. При этом отмечается значительная ориентировочная кожно-гальваническая реакция со скрытым периодом 1,6 секунды. После введения смеси транквилизаторов ориентировочная кожно-гальваническая реакция полностью подавляется,

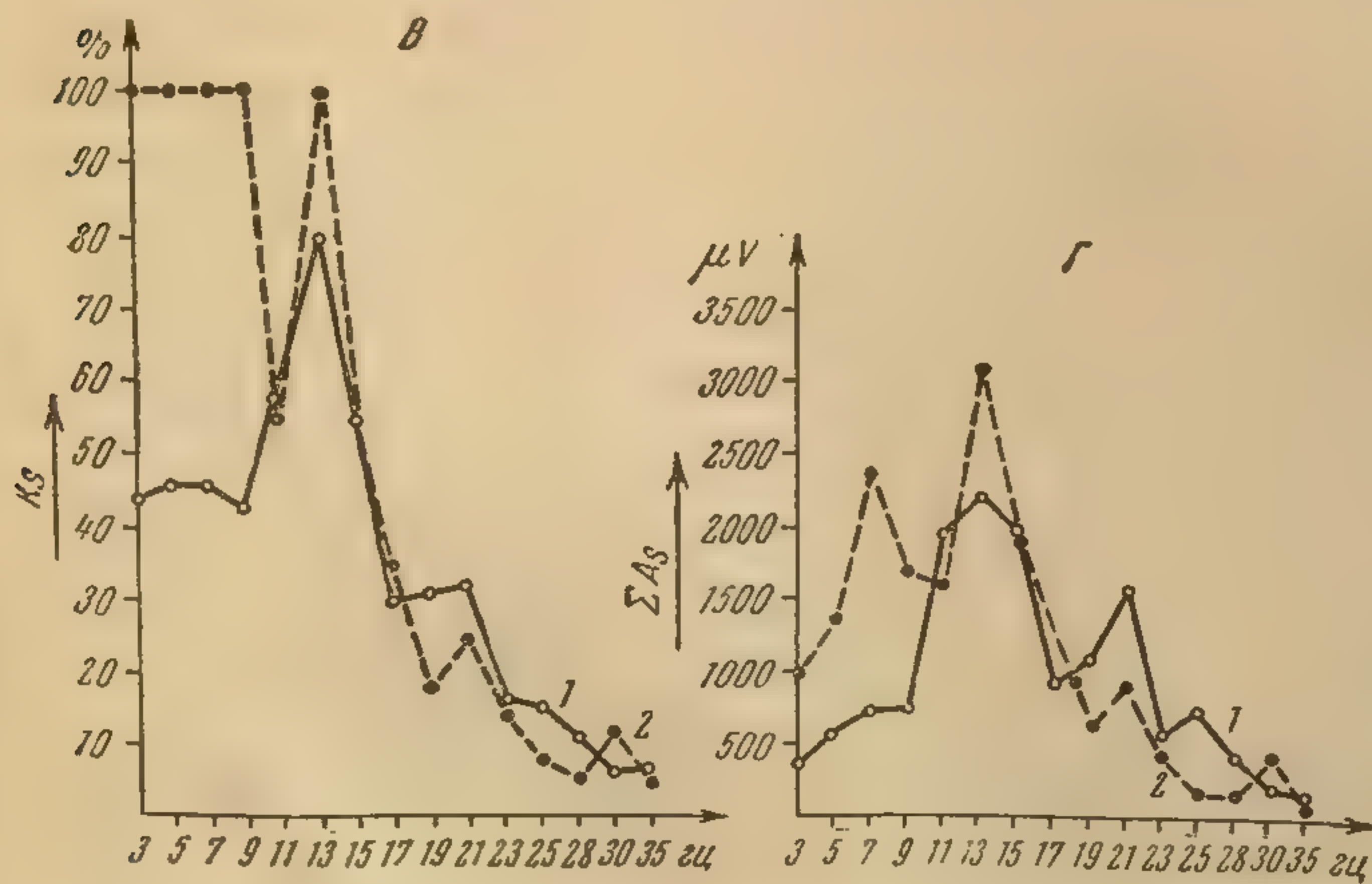
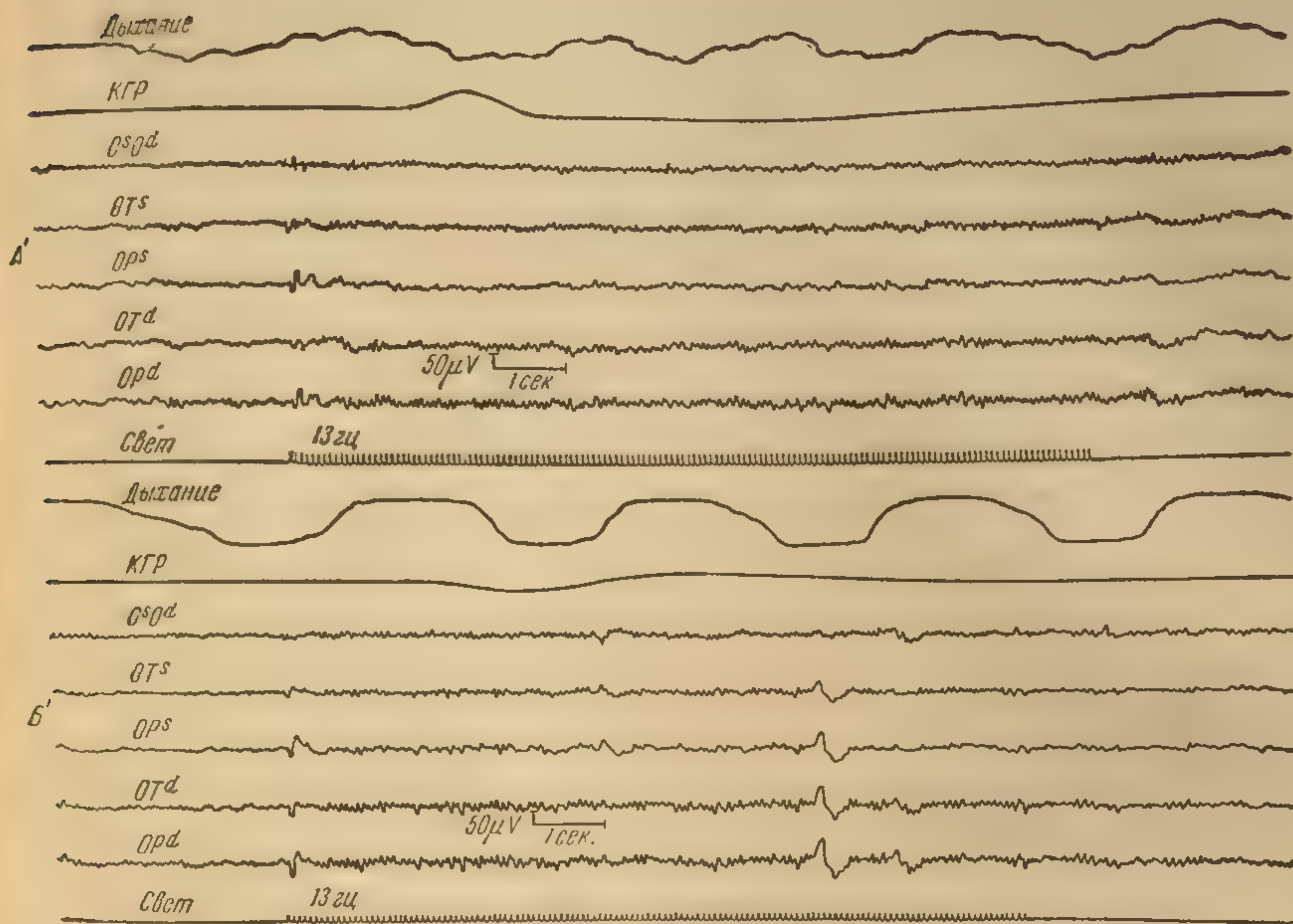
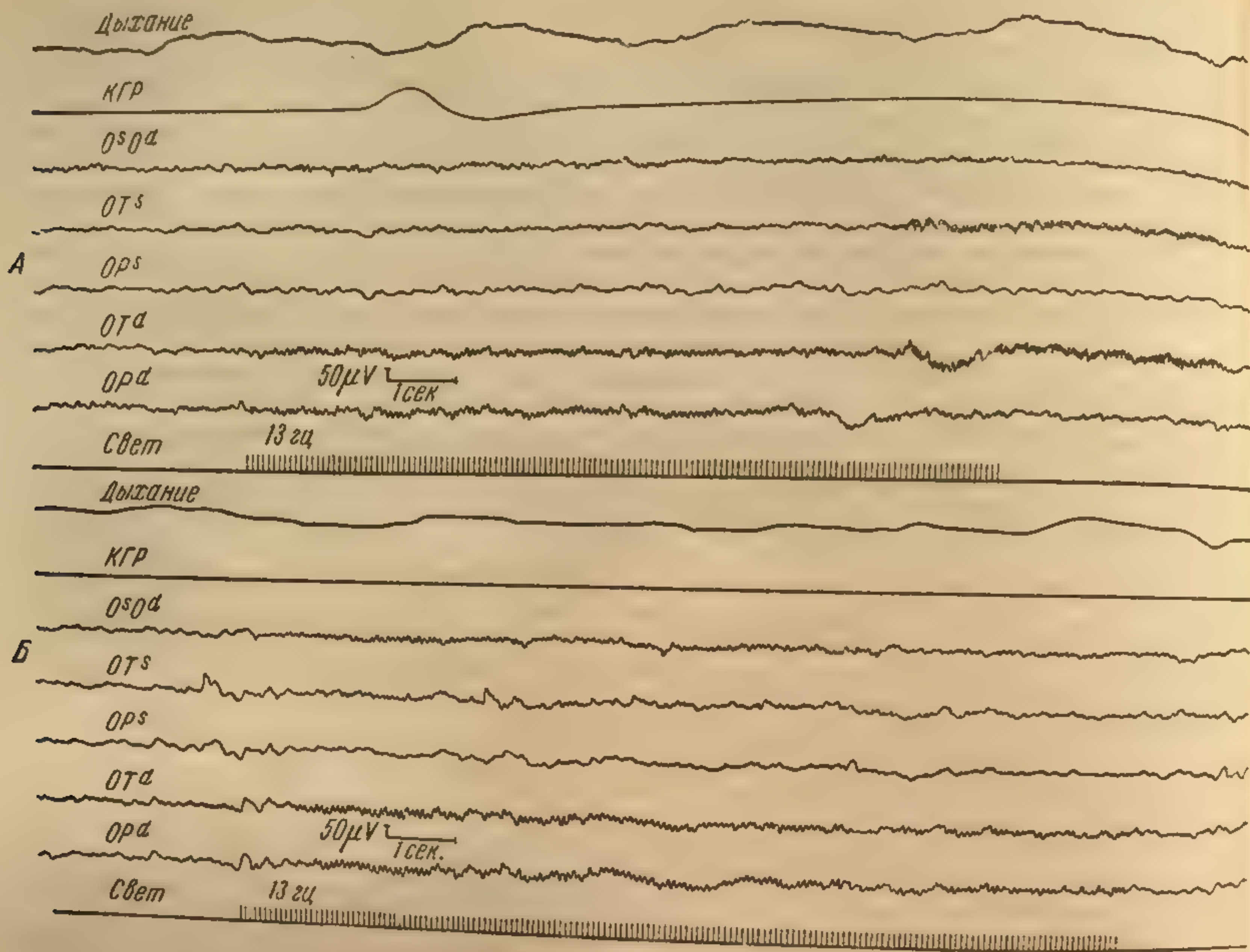


Рис. 67. Исследование реактивных потенциалов Светланы Б., 15 лет, 3/IV 1961 г.

А' — до введения транквилизаторов; Б' — через 30 минут после введения транквилизаторов. Остальные обозначения те же, что на рис. 64.



а качество усвоения улучшается — оба показателя синхронизации возрастают в диапазоне частот с 13 до 30 герц. Вместе с тем и в низкой половине спектра для отдельных частот (3; 7; 9 герц) имеется отчетливая тенденция увеличения обоих показателей синхронизации (рис. 68, В, Г).

Итак, указанный вариант изменения реактивных потенциалов мозга под влиянием блокады характеризуется преимущественно сдвигом кривых обоих показателей вправо, в высокую часть спектра. С таким вариантом мы уже встречались при изучении изменения реактивных потенциалов мозга под влиянием умственного утомления (сравни рис. 68, В, Г и рис. 39, В, Г).

Установив факт усиления синхронизации реактивных потенциалов при фармакологической блокаде ретикулярной формации, мы считали интересным подтвердить его еще раз на человеке, у которого заведомо хорошо выражено усвоение ритма световой стимуляции по широкому

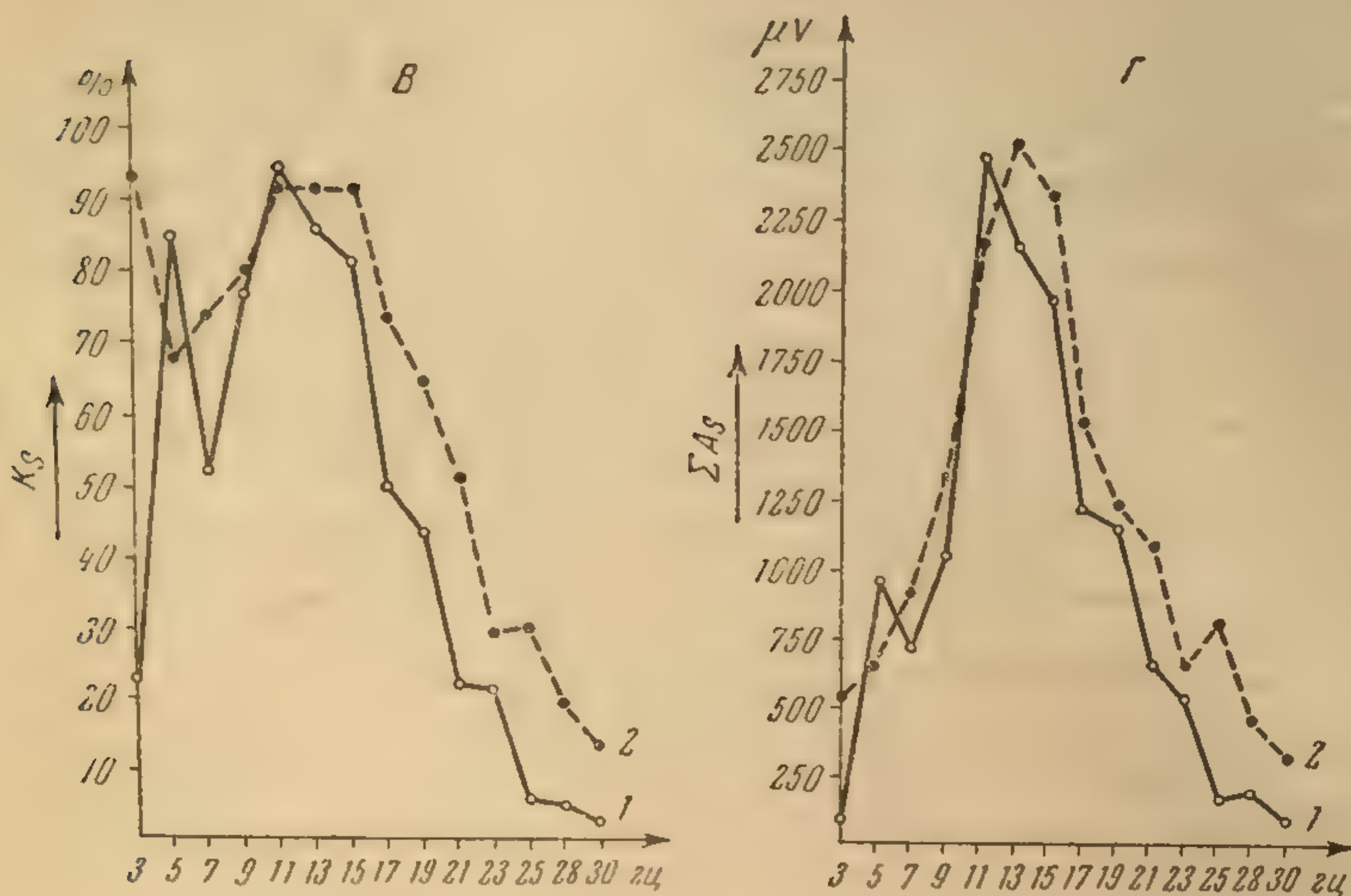
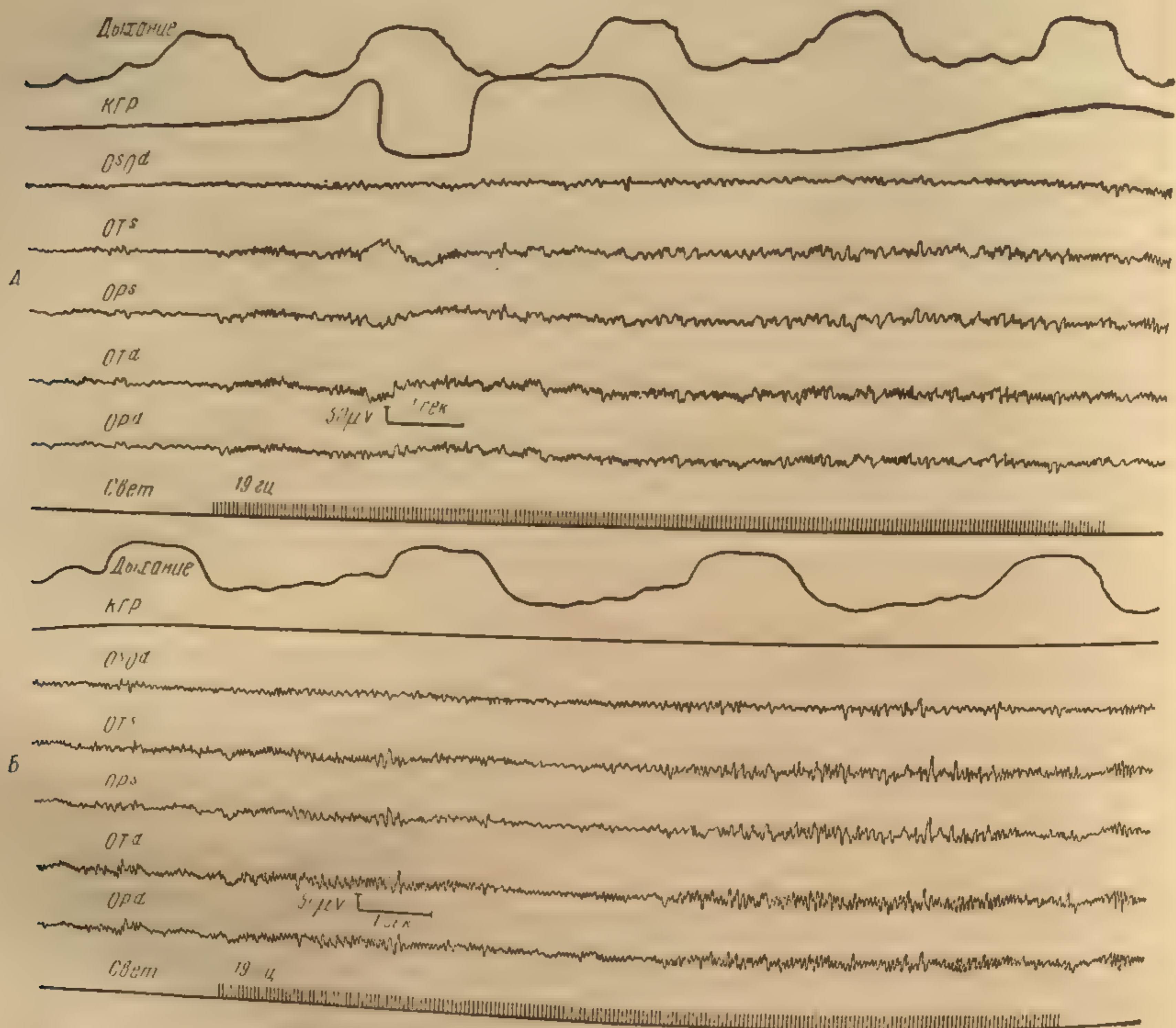


Рис. 68. Исследование реактивных потенциалов Валерия С., 12 лет, 4/V 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 64.

спектру частот, а изучаемые транквилизаторы оказывают значительное действие. Таким человеком была наша сотрудница Лидия Николаевна Ш., 26 лет.

На электроэнцефалограмме до введения литической смеси (рис. 69, А) мы видим исключительно бурную кожно-гальваническую реакцию, скрытый период которой равен 1,4 секунды, период дыхания менее 3 секунд, удовлетворительно выраженную реакцию усвоения ритма световых мельканий частотой 19 герц, несколько лучше проявляющуюся в правом полушарии. После введения литической смеси транквилизаторов появилась выраженная сонливость, безразличие к окружающему, период дыхания замедлился и стал более 3½ секунды, столь бурная перед этим кожно-гальваническая реакция оказалась полностью угнетенной, реакция усвоения частоты 19 герц заметно улучшилась, по-прежнему превалируя в правом полушарии (рис. 69, Б). Общая картина динамики реактивных потенциалов этого исследования представлена на двух графиках с результатами их анализа (рис. 69, В, Г).



Здесь отчетливо виден весьма значительный рост под влиянием блокады синаптических систем ретикулярной формации коэффициента синхронизации в низкой части спектра (3 герца — с 45 до 100%, 5 герц — с 35 до 73%). Этот рост показателя K_s отсутствует в центре спектра частот 9—15 герц) и вновь становится значительным в верхней его половине (17—45 герц). Суммарная энергия синхронизированных колебаний увеличивается по всему спектру частот (3—45 герц), за исключением частоты 9 герц. Это увеличение становится огромным при частоте 17; 19 и 25 герц. Отмечается и расширение спектра усваиваемых мозгом частот с 38 до 45 герц.

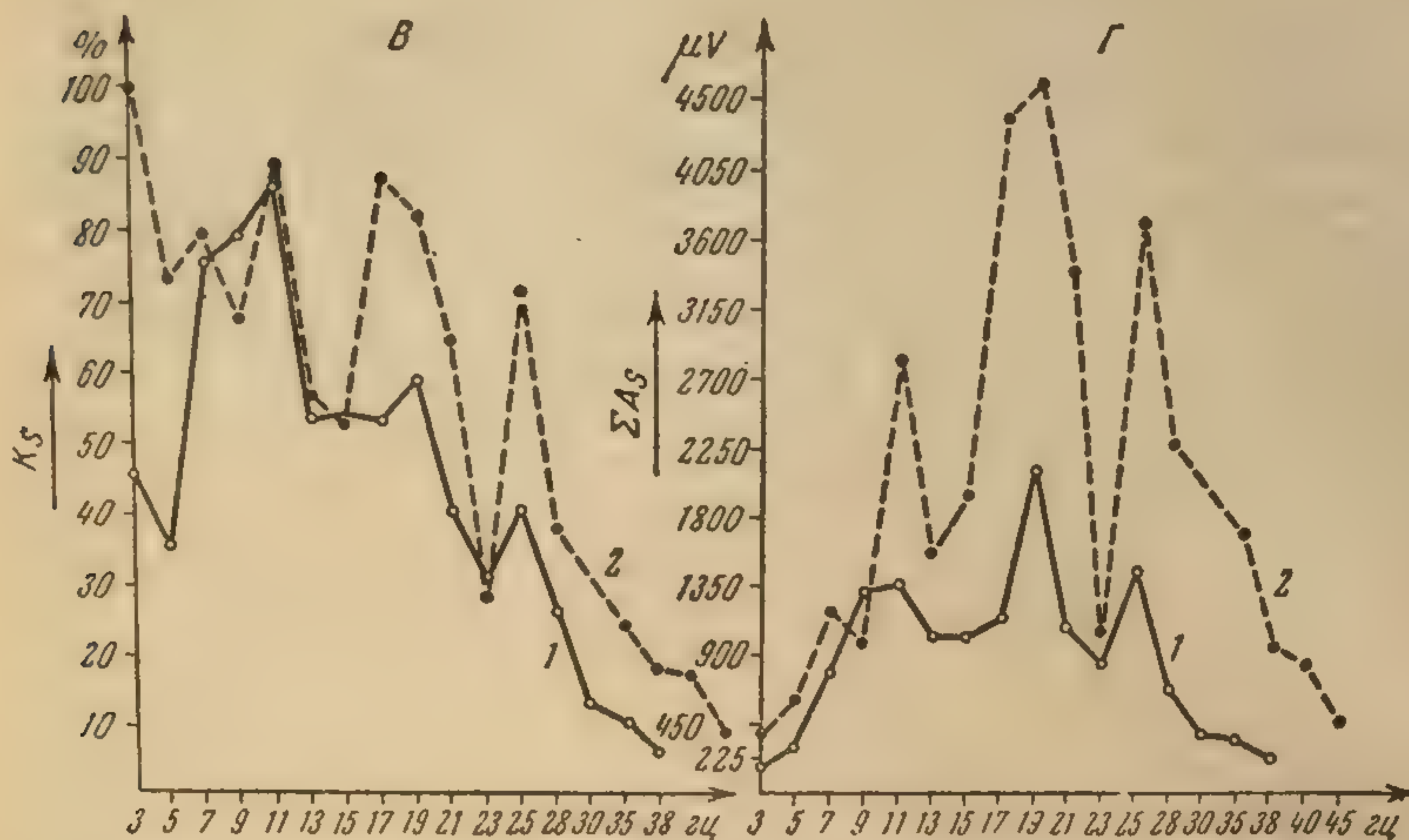


Рис. 69. Исследование реактивных потенциалов Л. Н. Ш., 26 лет, 13/VII 1962 г.
Обозначения те же, что на рис. 64.

Заключение

Выяснение роли активирующей восходящей системы ретикулярной формации в явлении воспроизведения мозгом ритма световых мельканий продолжалось при одновременной блокаде адрено- и холинореактивных систем центральных синапсов.

Применение одновременной блокады двух главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации головного мозга производилось у детей по прямым клиническим показаниям для проведения у них многочасовых операций на височной кости. Указанная блокада позволила впервые производить у детей тимпанопластику без наркоза, при сохранении сознания, сняв чувство страха, беспокойства, тревоги, вегетативные рефлексy на хирургическую травму. Транквилизирующее действие отдельных препаратов, достаточное при менее радикальных операциях (тонзиллэктомиях), оказалось недостаточным при более радикальных операциях на височной кости. Практика показала, что необходимый терапевтический эффект при этих операциях у детей мог

быть достигнут от одного транквилизатора только при использовании его в больших дозах, которые часто вызывали побочные эффекты, например, коллапс при действии аминазина. В связи с этим под контролем электроэнцефалографии был разработан метод одновременной блокады основных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации среднего мозга ребенка, определены средние дозы транквилизаторов.

Внедрение в практику операций на височной кости у детей метода блокады передачи нервных импульсов по двум основным путям ретикулярной формации позволило получить выраженный транквилизирующий эффект при относительно небольших дозах транквилизаторов (доза аминазина была уменьшена в 5 раз). Последнее объяснялось тем, что, по-видимому, при одновременной блокаде ретикулярной формации (адренергических и М-холинергических систем синапсов) производилась как бы ее временная «фармакологическая перерезка» в восходящем активирующем отделе, следствием чего являлось сильное ограничение афферентных импульсов, идущих в кору, а следовательно, и резкое понижение тонуса последней. Этим создавалось купирование боли и успокоение психики ребенка.

Были рекомендованы средние дозировки смеси транквилизаторов (аминазина 10 мг, метамизила 2,5 мг) и анальгетика (промедола 20 мг). Указанная блокада ретикулярной формации произведена при операциях у 150 детей от 3 до 15 лет, из них более чем у 100 детей успешно проведена тимпанопластика. Примененная методика обеспечила при операции у детей на височной кости под местной анестезией нормальную сердечно-сосудистую деятельность.

Общая тенденция изменения электрической реактивности мозга под влиянием совместного действия транквилизаторов заключалась в усилении процессов синхронизации реактивных потенциалов. Как и при умственном утомлении, наблюдался ряд вариантов этой тенденции.

В одних случаях имелось значительное увеличение коэффициента синхронизации и суммарной энергии реактивных потенциалов по всему спектру частот (например, Гена Н.). В других случаях такое согласованное увеличение обоих показателей синхронизации происходило главным образом в верхней половине спектра усваиваемых частот, в средней же части спектра K_s имел тенденцию к уменьшению, а ΣA_s — к увеличению (например, Вова К.).

В качестве отдельного варианта укажем такой, когда показатель K_s менялся незначительно: в центре спектра немного уменьшался, а по краям его — несколько повышался. Зато показатель ΣA_s резко увеличился по всему спектру, особенно в его центре (например, Юра Б.).

Имелся и такой вариант, когда оба параметра синхронизации, и особенно резко качественный показатель ее — K_s , увеличивались в низ-

кой половине спектра частот и, наоборот, несколько уменьшались в высокой половине спектра усваиваемых частот (например, Светлана Б.).

Наконец, как и при умственном утомлении, мы встретились с таким вариантом изменения реактивных потенциалов, когда под влиянием блокады адрено- и холинореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола происходил сдвиг кривых обоих показателей синхронизации вправо в высокую часть спектра (сравни рис. 68 и 39).

Эксперименты с частичной блокадой (выключение адренергического или М-холинергического пути передачи нервных импульсов) и «полной» фармакологической блокадой ретикулярной формации мозгового ствола (выключение одновременно обоих основных путей передачи нервных импульсов) показали, что реактивные потенциалы при умственном утомлении и при отдельной и совместной блокаде адренергических и холинергических систем ретикулярной формации головного мозга меняются однозначно.

Глава IX

ПУТИ УСТРАНЕНИЯ УМСТВЕННОГО УТОМЛЕНИЯ И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Все средства, устраняющие умственное утомление, можно разделить на три основные группы.

Сведения о первой группе средств уходят в глубь веков, тем не менее до сих пор она продолжает играть исключительную и главную роль в борьбе с умственным утомлением. Это своевременный отдых и правильная организация умственного труда. Сюда прежде всего относится физиологически обоснованный, учитывающий возраст, режим дня.

Ко второй группе средств следует отнести всевозможные физиологические раздражители, тонизирующие центральную нервную систему. Это прежде всего кратковременные афферентные раздражения холодным агентом, проприорецептивные раздражения (дозированная мышечная нагрузка), обонятельные, вкусовые раздражения. Действуя рефлекторно на ретикулярную формацию и адреналовую систему, эти афферентные раздражители вторично повышают тонус подкорковых центров и коры головного мозга, способствуя этим устранению утомления.

К третьей группе средств относятся фармакологические вещества, стимулирующие центральную нервную систему. Это прежде всего группа кофенна, фенамин и другие фенилалкиламины, экстракты из растений: женьшень, китайский лимонник, левзея, настойка стеркулии, препарат из неокостенелых рогов марала и пятнистого оленя — пантокрин.

Указанные фармакологические вещества обладают стимулирующим действием на центральную нервную систему, способны повышать качество и количество выполняемой человеком умственной или физической работы. Однако такой типичный стимулятор адреномиметического действия, как фенамин, о чем свидетельствуют исследования В. И. Со-

колова (1955), в дозе 0,02 снимает умственное утомление примерно на 2 часа, а затем наступает продолжительная фаза отрицательного последствия. Эта фаза характеризуется снижением работоспособности, разбитостью, общей слабостью, головной болью. Интересно, что фаза отрицательного последствия длилась в наблюдениях В. И. Соколова дольше, чем фаза повышения работоспособности. По данным М. Я. Михельсона (1946), при приеме фенамина сильно утомленным человеком наблюдался довольно длительный эффект, иногда до суток, но затем, когда резервные силы организма были исчерпаны, наступало последствие. Более сильным действием, повышающим умственную работоспособность, обладает женьшень, однако глюкозиды женьшеня действуют стимулирующе в результате своего возбуждающего влияния на некоторые железы внутренней секреции (Брехман, 1957).

Действие кофенна было изучено И. П. Павловым и его сотрудниками, которые показали, что стимулирующее действие кофенна зависит от типа высшей нервной деятельности и индивидуальных особенностей нервной деятельности. Однако в опытах на собаках (Зевальд, 1938) было показано, что кофеин, повышая активность клеток коры головного мозга, приводит к их более быстрому истощению. Вместе с тем кофеин значительно усиливает сердечную деятельность (усиливаются и учащаются сокращения сердечной мышцы).

Уже из сказанного ясно, что употребление фармакологических стимуляторов для борьбы с умственным утомлением детей недопустимо. Систематический прием этих веществ безусловно дает побочные явления, прежде всего эти явления будут выражены со стороны центральной нервной системы. Перечисленные соображения заставили нас полностью отказаться от стимулирующего действия фармакологических веществ в борьбе с умственным утомлением детей.

Исследуя физиологические изменения деятельности головного мозга ребенка и прежде всего корково-подкорковых взаимоотношений под влиянием средств, отнесенных к первой и второй группам, были вскрыты определенные закономерности динамики высшей нервной деятельности и электрической реактивности головного мозга.

Прежде чем перейти к экспериментальному анализу работы головного мозга под влиянием указанных средств, кратко остановимся на истории эмпирического их применения.

Еще в XVIII веке выдающийся врач Тиссо (1787) рекомендует для устранения утомления у ученых людей рациональную организацию умственного труда, сочетаемую со своевременным отдыхом, физические упражнения в течение 1—2 часов в день и специально подчеркивает пользу применения холодных ванн. Умеренный умственный труд, своевременный отдых на чистом воздухе, особенно прогулки перед сном, ежедневную гимнастику или физический труд рекомендуют для борьбы

с умственным утомлением различные отечественные и зарубежные авторы прошлого века (Брайем, 1847; Иноевс, 1853; Аар, 1874; Дорнблит, 1891; Блэкк, 1897; Флери, 1899, и др.).

Немецкий гигиенист Дорнблит (1891) и русский школьный врач К. Аар (1874) с целью устранения умственного утомления у младших школьников (7—10 лет) рекомендуют разнообразный режим занятий, пребывание на свежем воздухе, своевременное и правильное питание, игры, прогулки, физические упражнения. Так, по Дорнблиту, необходимо проводить следующие занятия по 15 минут в день: пение, гимнастика, чтение, письмо, наглядное обучение, одно или два ремесла, а отдых между такими уроками должен быть по 30 минут. Аар самым мощным средством для укрепления нервной системы детей этого возраста считает холодную воду. Мы не касаемся сейчас теоретических позиций указанных авторов, которые разделяли взгляды своего времени, а некоторые из них (Флери) придерживались механистических и вульгарноматериалистических позиций.

Описанные рекомендации содержались и у многих авторов XX века, однако убедительного физиологического анализа влияния этих рекомендаций на работу утомленного головного мозга человека до сих пор никто не дал.

В данном случае практика опережала теорию. Это особенно ярко выступает, если обратиться к биографии великих людей. Так, использовали кратковременное действие холодового агента для борьбы с утомлением и повышением тонуса головного мозга некоторые выдающиеся государственные деятели, ученые, писатели, художники. Например, А. В. Суворов после сна для разминки бегал раздетый по спальне, а затем обливался двумя ведрами самой холодной воды и растирался сухим полотенцем. Фридрих Шиллер во время творчества опускал ноги в ледяную воду, а писатель Шотобриан при работе шагал босыми ногами по холодным плитам своей комнаты. Так же поступал и Л. Н. Толстой, который, живя в деревне, в любую погоду ходил босой до поздней осени. Виктор Гюго с целью борьбы с утомлением принимал холодный душ. А. С. Пушкин очень любил холодные купания. Холодные ванны он принимал не только летом, но и зимой. По свидетельству его брата, А. С. Пушкин, живя в ссылке в селе Михайловском, проснувшись зимой, тотчас же садился в ванну со льдом, а летом отправлялся к бегущей под горой реке.

И. Е. Репин зимой открывал окно на ночь и спал возле него.

А. А. Ухтомский (1934) сообщает, что великий немецкий математик Бернгард Риман, чувствуя приближение смерти, спешил закончить свою теорию функций комплексного переменного, положившую начало новому геометрическому направлению, и чтобы снять чрезвычайное утомление, погружал ноги в холодную воду.

Большое значение кратковременным холодовым раздражениям придавал И. П. Павлов. Случай из его жизни, описанный К. Х. Кекчевым (1948), показывает нам точку зрения великого физиолога на тонизирующую роль холодового раздражителя. Во время одного из тяжелых приступов желчекаменной болезни 80-летний И. П. Павлов был лишен холодных купаний, к которым он привык с детства. И. П. Павлов всегда заявлял, что теплые ванны ему «неприятны и не-полезны», а отсутствие холодных купаний задерживает его выздоровление. И вот Иван Петрович потребовал себе холодной воды и стал купать руку. «Вошедший в палату доктор остановился в недоумении. Павлов, лежа на спине, продолжал купание руки. „Вот делаю заем! — тихим и слабым от болезни голосом сказал он доктору. — Да ведь как же? Ведь вы знаете: я уже истощен болезнью до предела. Полтора пуда потерял в весе. У меня даже голоса нет. И вот я лежал и думал и думал: откуда же энергию взять? Кора истощена. Я должен сделать для нее заем. Где? В подкорке. Зарядить кору из подкорки. Ведь подкорка это же грандиозный аккумулятор нервной энергии. С подкоркою все сильнейшие, лучшие эмоции связаны. С детства для меня вода, река — это все. Купанье, плаванье... И вообще сильнейшие эмоции у меня связаны с водой... и с шумом ее и видом... и, наконец, температурные раздражения. Вот я и делаю заем: возбуждаю подкорковые центры этим купанием... а они уж пускай заряжают кору“»¹.

В этом отношении интересны опыты С. М. Дионесова, А. В. Лебединского, Я. П. Турцаева (1934), К. Х. Кекчеева и О. А. Матюшенко (1936). Они показали, что кратковременное холодовое раздражение заметно повышает чувствительность периферического зрения. В качестве холодовых раздражений К. Х. Кекчев применял обтирание лица свежей водой. Исследование К. Х. Кекчеева (1947, а, б) и Л. А. Шварц (1947) с подсчитыванием числа ошибок при передаче и приеме текста по телефону школьниками показали, что после четвертого урока число ошибок возрастало по сравнению с опытом, проведенным утром, на 40%. После нескольких обтираний лица холодной водой число ошибок уменьшилось по сравнению с утренним опытом на 35%. Такие же результаты были получены и на уроках русского языка и арифметики у детей, обучающихся во втором классе средней школы Москвы. На уроке русского языка от первого урока к четвертому число ошибок возрастало на 40%, а после обтираний лица холодной водой оно уменьшалось на 25% по сравнению с исходным уровнем утром. На уроках арифметики число ошибок возрастало на 50%, а после применения холодного обтирания лица число ошибок уменьшалось на 50% против исходного уровня.

¹ К. Х. Кекчев. Гигиена умственного труда. Медгиз, М., 1948, стр. 57.

Указанное воздействие холодого агента на рецепторы тройничного нерва представляет для нас большой интерес. К сожалению, авторы только констатируют факт, применяя психологическую методику, но не дают анализа физиологических сдвигов в работе головного мозга при указанном рефлекторном воздействии на центральную нервную систему.

Следует специально указать на опыты М. М. Манассеиной (1882). Она установила, что под влиянием щекотания кожи лица (т. е. осязательных раздражений рецепторов тройничного нерва) в области угла рта, глаз и ушей в течение 3 минут происходили общие изменения в состоянии центральной нервной системы. При этом улучшалась осязательная чувствительность, измеряемая посредством циркуля Вебера (уменьшался порог), повышалось артериальное давление, изменялся просвет кровеносных сосудов конечностей, понижалась температура кожи. Можно еще указать на опыты известного отиатра Урбанчика (Urbanschitsch, 1883, 1888), которые показали, что при осязательно-болевым раздражении чувствительных веточек тройничного нерва (при продувании и бужировании евстахиевой трубы, при обдувании кожи лица) повышалась световая чувствительность периферического зрения. По Урбанчику, раздражение тройничного нерва способно влиять на возбудимость зрительного, кожного, обонятельного и вкусового анализаторов.

В этом же плане большой интерес представляет диссертация С. С. Истаманова (1885) «О влиянии раздражения чувствительных нервов на сосудистую систему человека», вышедшая из лаборатории И. Р. Тарханова. Автор на больных с дефектом черепа не только показал, что при умственной работе происходит расширение сосудов мозга, но при действии холодого раздражителя на кожу конечности сразу же наблюдал одновременный отток крови от конечностей и увеличение кровенаполнения сосудов мозга. Напротив, ощущение тепла, а также легкие болевые ощущения вызывали обратную реакцию: увеличивался объем конечности наряду с сужением сосудов мозга.

Две другие работы, посвященные влиянию афферентных раздражений на мышечную работоспособность человека, измеряемую на эргографии, также вышли из лаборатории И. Р. Тарханова. Это были диссертации В. О. Богуславского (1891) и П. А. Конопасевича (1892). В. О. Богуславским было показано увеличение работоспособности утомленной мышцы в результате опрыскивания холодной водой. П. А. Конопасевич исследовал положительные влияния на кривую мышечной работоспособности обтирания утомленной работающей руки прохладной водой (10—15°) и массажирование неработающей руки. Оба фактора значительно повышали работоспособность мышц, снимали утом-

Н
И. М.
И. М.
оказы
тов ок
пишет
покой
ный с
влиян
роль
И
исчезн
ствие
поток
утомл
В
торной
ние не
клетны
действ
М
влиян
пребы
играм

П
норма
в детс
соглас
Обуча
до 16
нервно
лектор
торья
То
сократ
на 3 ч

Наиболее значительная работа в этом направлении была сделана И. М. Сеченовым (1903) на самом себе. На специальном эргографе И. М. Сеченов изучал работоспособность своей руки и ноги и действие, оказываемое на эту работоспособность отдыхом. Результаты этих опытов оказались весьма важными. «К немалому моему удивлению, — пишет И. М. Сеченов, — наиболее действенным оказался не временный покой работающей руки, а покой даже более кратковременный, связанный с работой другой руки. Естественно было предположить, что в этом влиянии временно работающей руки на временно покоящуюся играют роль чувствительные моменты, связанные с движением...»¹.

И. М. Сеченов полагал, что здесь мы имеем перед собой пример исчезновения чувства усталости и повышения работоспособности вследствие раздражения рецепторов работающих мышц, которые порождают поток импульсов, поступающих в мозг и «заряжающих энергией» ранее утомленные центры.

В этой работе И. М. Сеченов впервые пытается с позиций рефлекторной теории объяснить наблюдаемые им факты. Однако лишь последние нейрофизиологические и эндокринологические работы вскрыли конкретные физиологические механизмы, позволяющие лучше понимать действие афферентных раздражений.

Мы остановимся на этом позже, а сейчас перейдем к рассмотрению влияния сокращения учебной нагрузки и соответствующего увеличения пребывания детей на чистом воздухе (где они занимались спортивными играми) на высшую нервную деятельность.

Стойкая нормализация корковой нейродинамики сокращением учебной нагрузки и увеличением пребывания детей на свежем воздухе

Прежде всего мы должны сделать следующее замечание. Пытаясь нормализовать высшую нервную деятельность детей, воспитывавшихся в детском доме и обучавшихся в массовой школе (см. главу III), мы по согласованию с дирекцией детского дома ввели дневной сон после обеда. Обучавшиеся в первую смену дети (1, 4, 5-й классы) с 14 часов 30 минут до 16 часов спали. Однако это мероприятие не нормализовало высшей нервной деятельности и силовые отношения секреторных условнорефлекторных ответов по-прежнему не соответствовали «закону силы», повторяя в основном результаты, приведенные для этих детей в табл. 1—5.

Тогда мы (по согласованию с дирекцией школы и детского дома) сократили продолжительность ежедневной рабочей нагрузки в среднем на 3 часа за счет сокращения домашних заданий.

¹ И. М. Сеченов. Автобиографические записки. М., 1952, стр. 281—282.

Вместо этого преподаватели в классах стали больше и лучше объяснять новый материал, перенеся всю тяжесть его усвоения на классные занятия. Это, естественно, чрезвычайно удлинило и интенсифицировало подготовку самого преподавателя к каждому уроку, но зато разгрузило детей. Дирекция же детского дома сократила домашние занятия в среднем на 3 часа у специально отобранной нами группы детей. Остальные служили контролем. Детям 7—8 лет ежедневная рабочая нагрузка была сокращена с 8—7 до 5 часов, 10 лет — с 8—9 до 6—6½ часов, а у детей 13—14 лет — с 10—12 до 7—8 часов. Высвободившееся таким образом время дети стали проводить на свежем воздухе, занимаясь спортивными играми.

Спустя 2 недели в мозговой деятельности детей произошли замечательные изменения. Высшая нервная деятельность стойко и полностью нормализовалась, условные рефлексy стали строго соответствовать «закону силы» (Ю. М. Пратусевич, 1955). При этом нормализация наблюдалась при применении раздражителей как первой, так и второй сигнальных систем. Успеваемость же этих детей значительно улучшилась: некоторые кончили учебный год отличниками, остальные имели хорошую успеваемость. Сказанное хорошо подтверждалось протоколами исследования.

Представляю протокол трех различных исследований Кости Ш., 13 лет (табл. 15).

Из табл. 15 в исследовании 10 видно классическое соблюдение «закона силы». Звонок вызвал 15 капель условной слюны, зуммер — 9, красный и зеленый свет — по 7, синий свет (дифференцировка) — одну каплю.

В исследовании 15 представлен результат замены стереотипа непосредственных раздражителей соответствующим ему стереотипом речевых раздражителей. Из протокола опыта (табл. 15) и кимограмм (рис. 70) наглядно видно такое же классическое соблюдение «закона силы», условными рефлексами на первое же применение слов: «гудит гудок» (8 капель), «звенит звонок» (12 капель) «синий свет» (0 капель при отсутствии двигательной реакции), «горит красный свет» (6 капель), «работает касалка» и «горит зеленый свет» (по 5 капель). Эти результаты свидетельствуют об избирательности и адекватности совместной работы первой и второй сигнальных систем при распространении раздражительного и тормозного процесса из второй сигнальной системы в первую и оттуда в корковое представительство безусловного рефлекса.

Оптимальная возбудимость обеих сигнальных систем, подвижность и уравновешенность раздражительного и тормозного процессов и регулирующая функция второй сигнальной системы (Пратусевич, 1954) особенно ярко демонстрируются в исследовании 17 при столкновении дея-

Таблица 15

Протоколы исследований Кости Ш., 13 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 10, 15/V

12 час. 34 мин. 35 сек.	23	Зуммер	9	0,1	1,9	+
38 » 53 »	8	Звонок	15	0,1	1,4	+
43 » 50 »	10	Синий свет	1	Нет	20,8	0
13 » 02 » 34 »	15	Синий »	7	0,1	3,6	+
05 » 59 »	12	Зеленый »	7	0,1	1,7	+

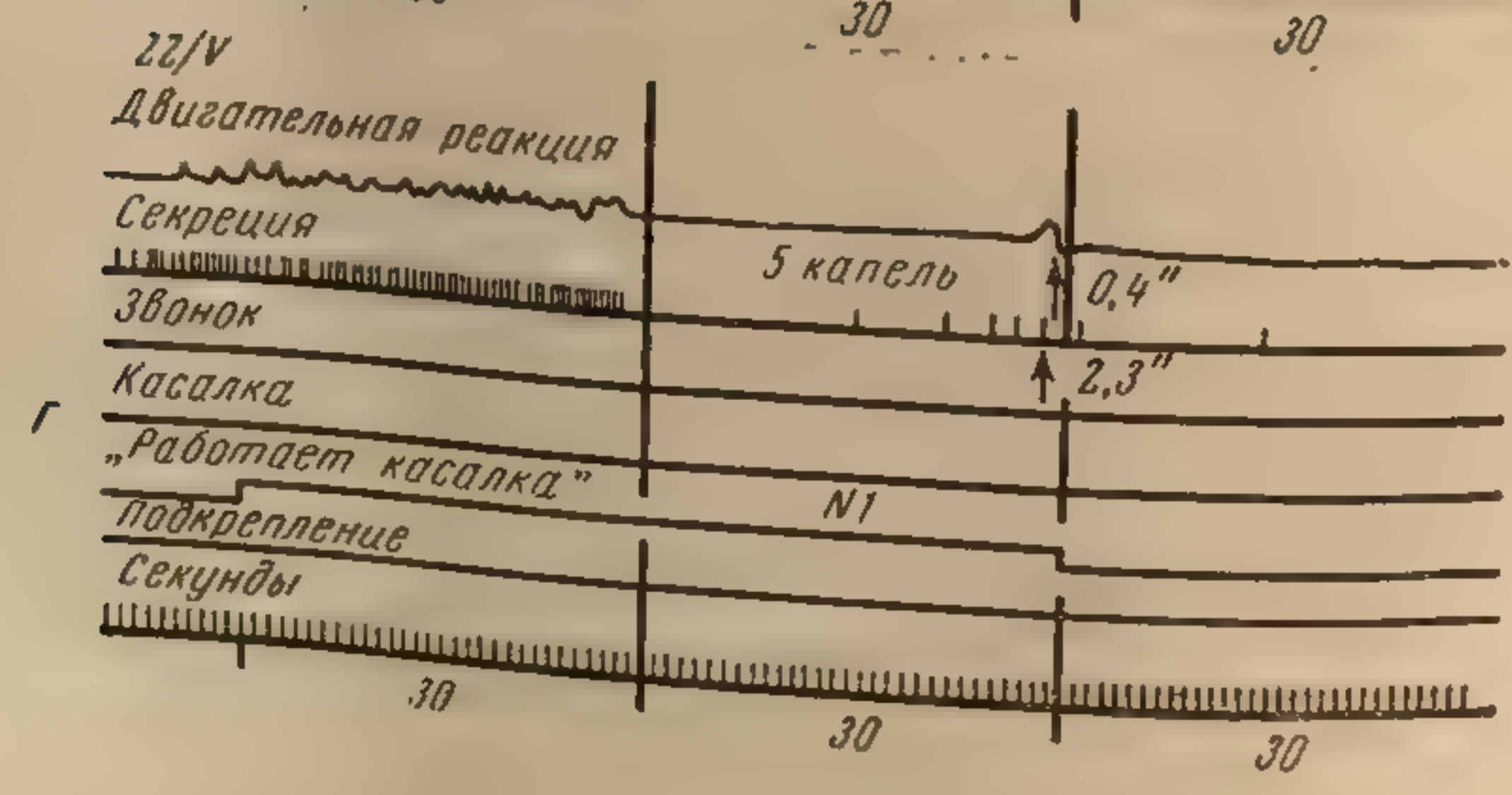
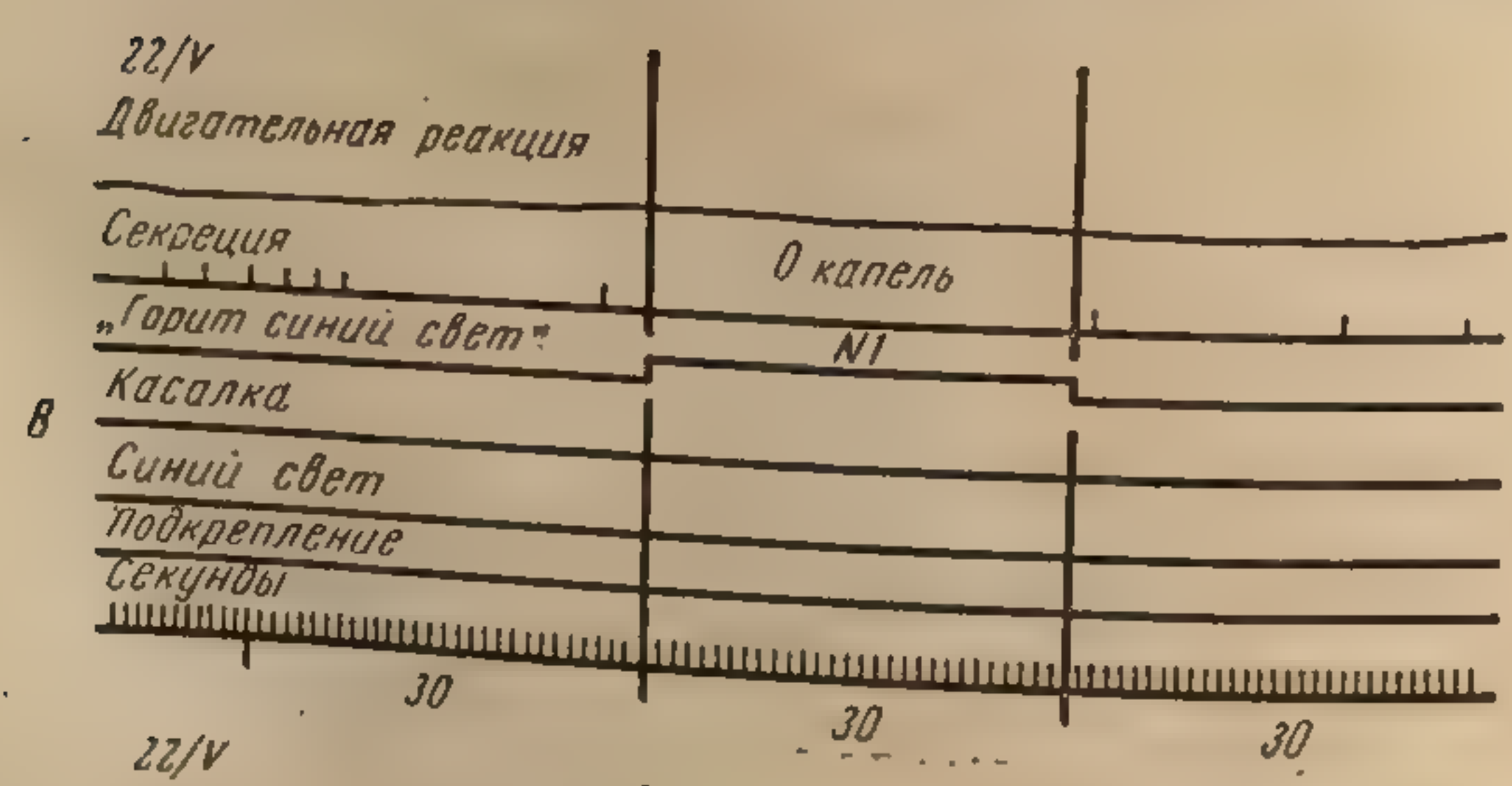
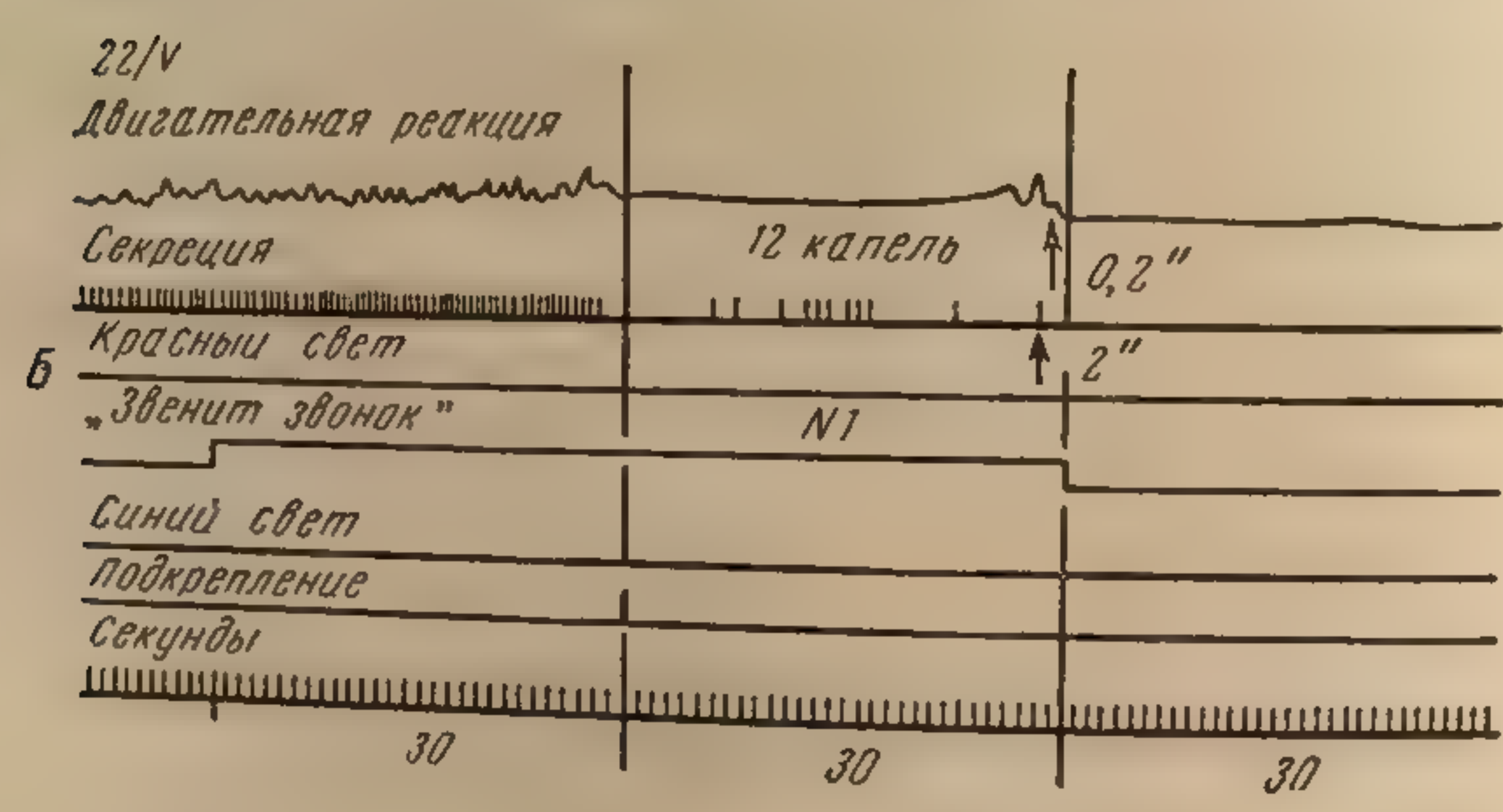
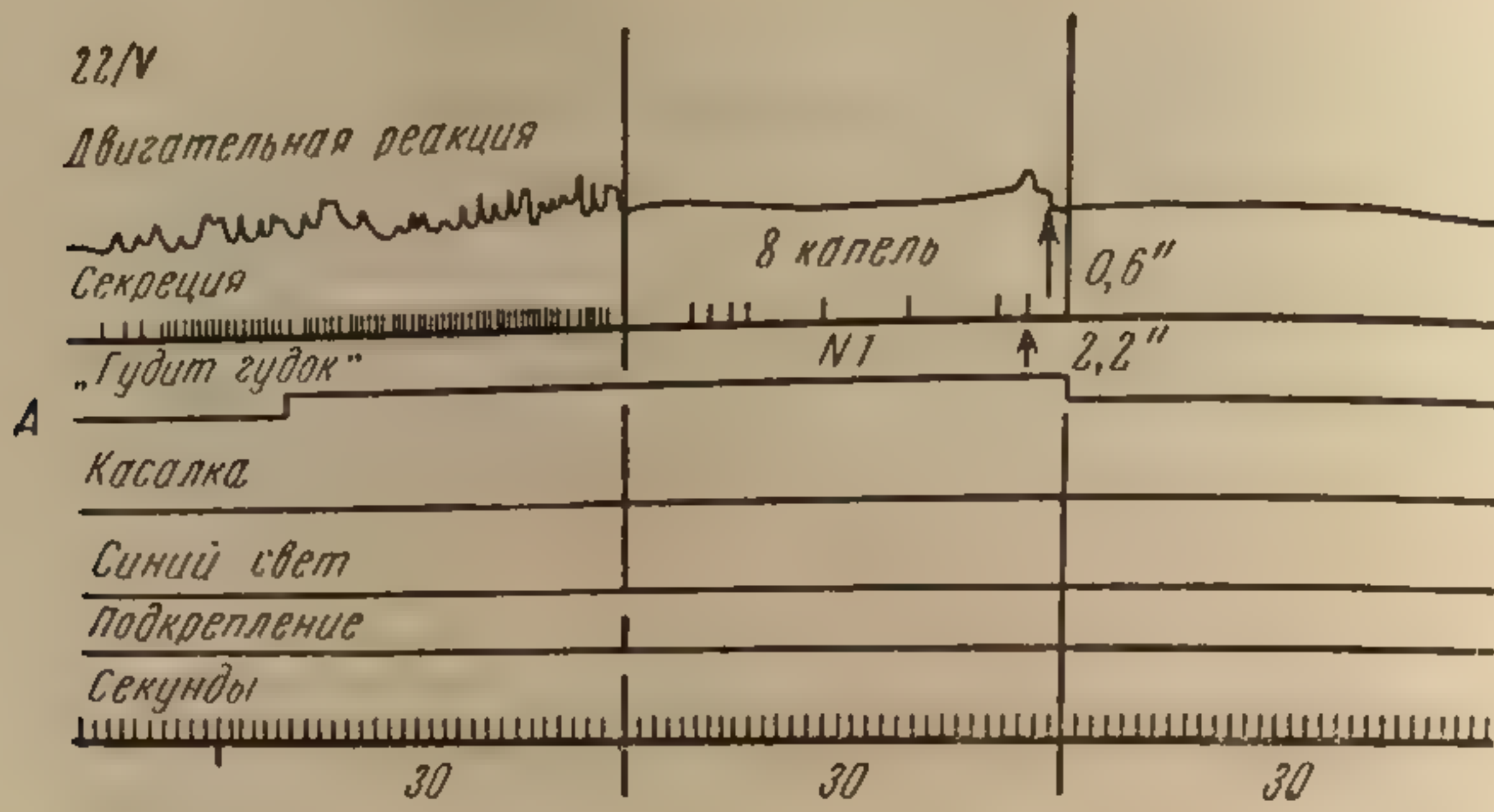
Исследование 15, 22/V

16 час. 56 мин. 10 сек.	1	«Гудит гудок»	8	0,6	2,2	+
17 » 01 » 30 »	1	«Звенит звонок»	12	0,2	2,0	+
06 » 00 »	1	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
08 » 21 »	1	«Работает касалка»	5	0,4	2,3	+
13 » 21 »	1	«Горит красный свет»	6	0,5	1,6	+
17 » 00 »	1	«Горит зеленый свет»	5	0,3	1,8	+

Исследование 17, 25/V

16 час. 28 мин. 28 сек.	30	Зуммер	14	0,1	0,5	+
31 » 51 »	31	Зуммер — «Нет» № 1	0	Нет	—	0
34 » 10 »	15	Звонок	18	0,1	3,5	+
39 » 20 »	16	Звонок — «Нет» № 1	0	Нет	—	0
41 » 25 »	11	Касалка	7	0,3	1,2	+
45 » 15 »	12	Касалка — «Нет» № 1	1	Нет	26,3	0
47 » 00 »	22	Красный свет	6	0,3	2,3	+
52 » 05 »	21	Зеленый »	7	—	3,6	+

тельности корковых сигнальных систем. Прежде всего отметим полное соблюдение «закона силы»: зуммер вызвал 14 капель условной слюны, звонок — 18, касалка — 7, красный свет — 6, зеленый свет — 7 капель. При одновременном применении (31-е) зуммера вместе с обобщающим отрицательным словесным раздражителем «нет» (следующая за ним цифра 1 указывает первое применение этой комбинации) отмечено 0 капель и отсутствие двигательной реакции (рис. 71, А, Б) на фоне проме-



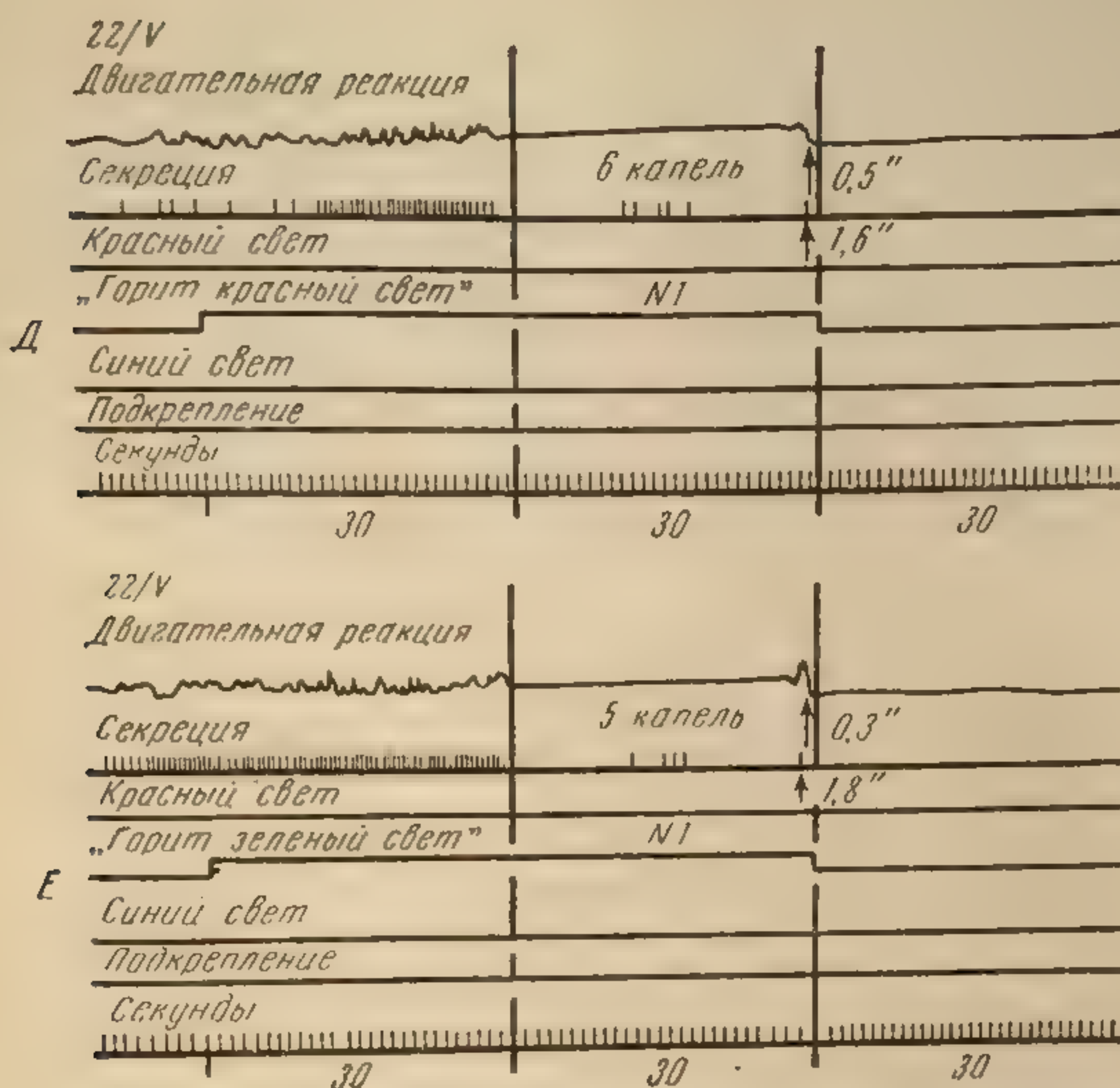


Рис. 70. Условные рефлексы при замене непосредственных сигналов речевыми у Кости Ш. (опыт 15, 22/V).

А — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «гудит гудок»; Б — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «звенит звонок»; В — тормозной условный рефлекс на речевой сигнал «горит синий свет»; Г — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «работает касалка»; Д — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «горит красный свет»; Е — положительный условный рефлекс на речевой сигнал «горит зеленый свет». Рис. 70—73 читать справа, налево.

жуточной секреции 2 капли. Это было исключительно яркое абсолютное торможение словом вегетативной условной реакции. Такой же результат наблюдался после изолированного действия звонка при первом применении слова «нет» совместно со звонком: 18 капель и 0 капель. Касалка изолированно и совместно со словом «нет» вызвала соответственно 7 капель и одну каплю при фоне промежуточной секреции одна капля.

Таким образом, сокращение учебной нагрузки и введение игр на свежем воздухе полностью восстановили оптимальную возбудимость больших полушарий у Кости Ш., устранив фазовые состояния.

У его одноклассника Коли С., 13 лет, мы наблюдали ту же картину. С этим мальчиком мы познакомились в главе III (см. табл. 1, рис. 4).

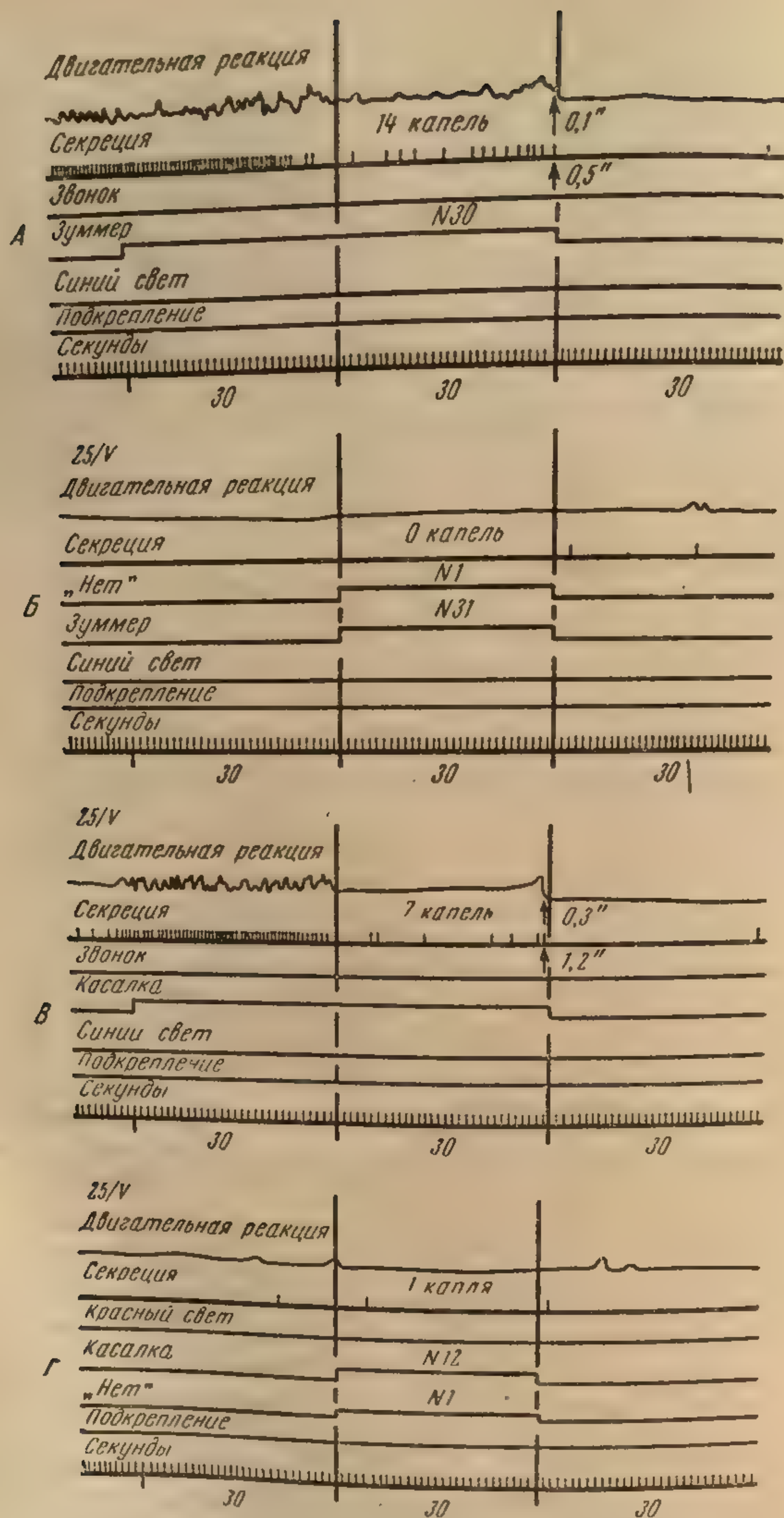


Рис. 71. Условные рефлексы при столкновении деятельности сигнальных систем у Кости Ш. (опыт 17, 25/V).

А — положительный условный рефлекс на сигнал зуммера; Б — одновременное действие сигналов зуммера и речевого «нет»; В — положительный условный рефлекс на сигнал касалки; Г — одновременное действие сигналов касалки и речевого «нет».

Протоколы исследований Коли С., 13 лет

Таблица 16

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 20, 6/V

13 час. 08 мин. 11 сек.	52	Зуммер	8	0,1	1,2	+
12 » 17 »	16	Звонок	11	0,2	1,0	+
18 » 39 »	26	Красный свет	4	1,6	2,5	+
22 » 44 »	7	Касалка	5	0,1	1,1	+
28 » 01 »	15	Синий свет	0	Нет	—	0
29 » 44 »	17	Зеленый »	4	5,3	6,2	+

Исследование 24, 15/V

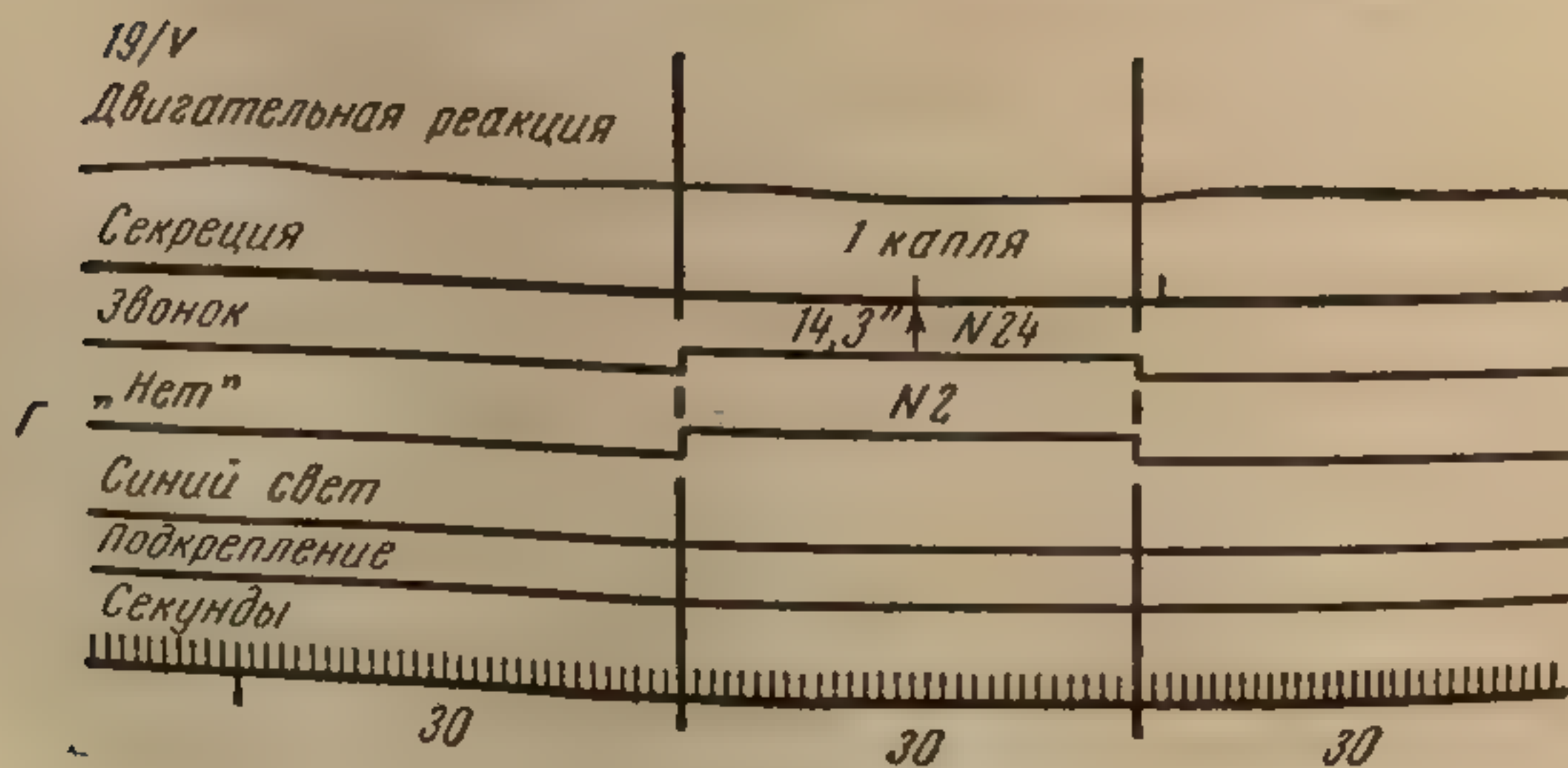
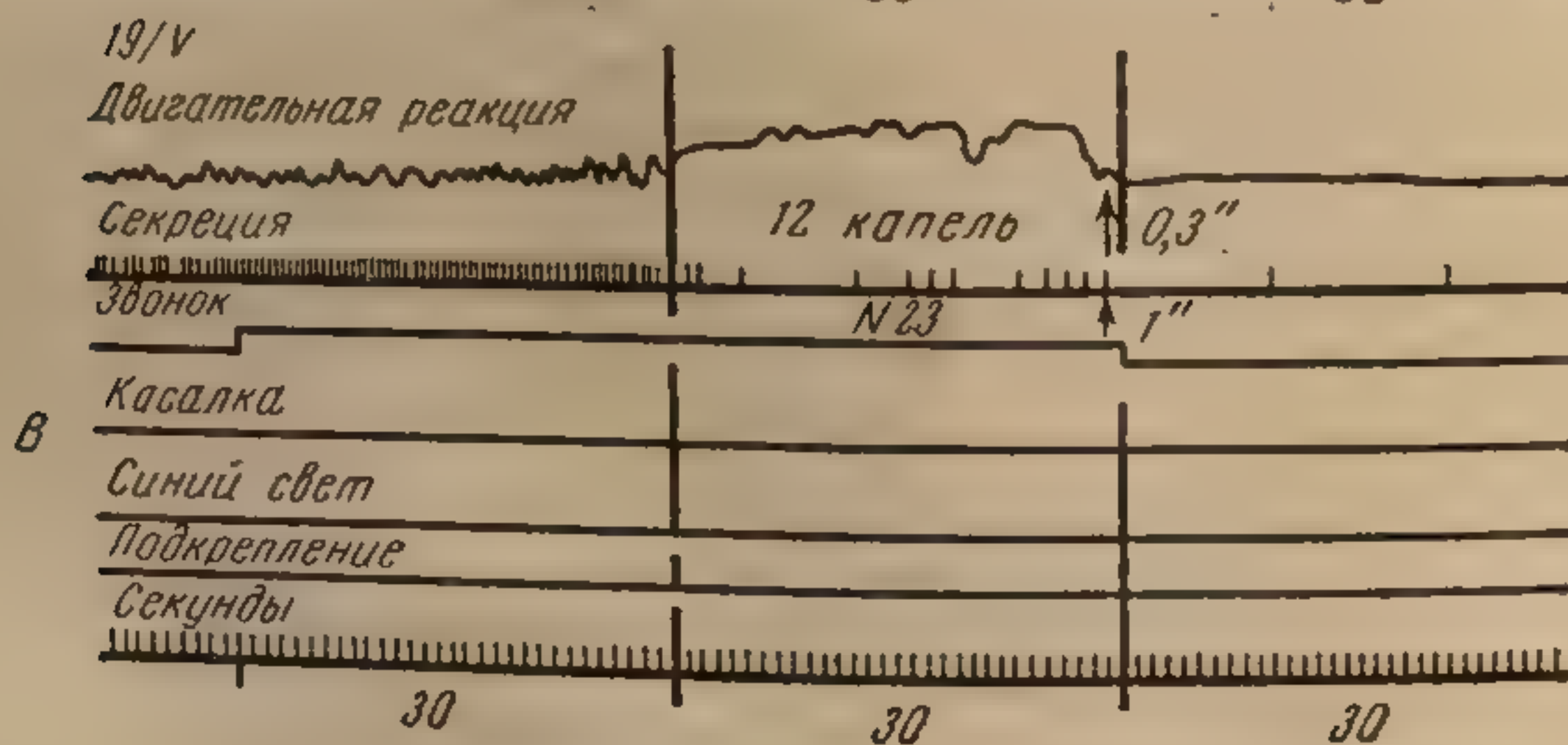
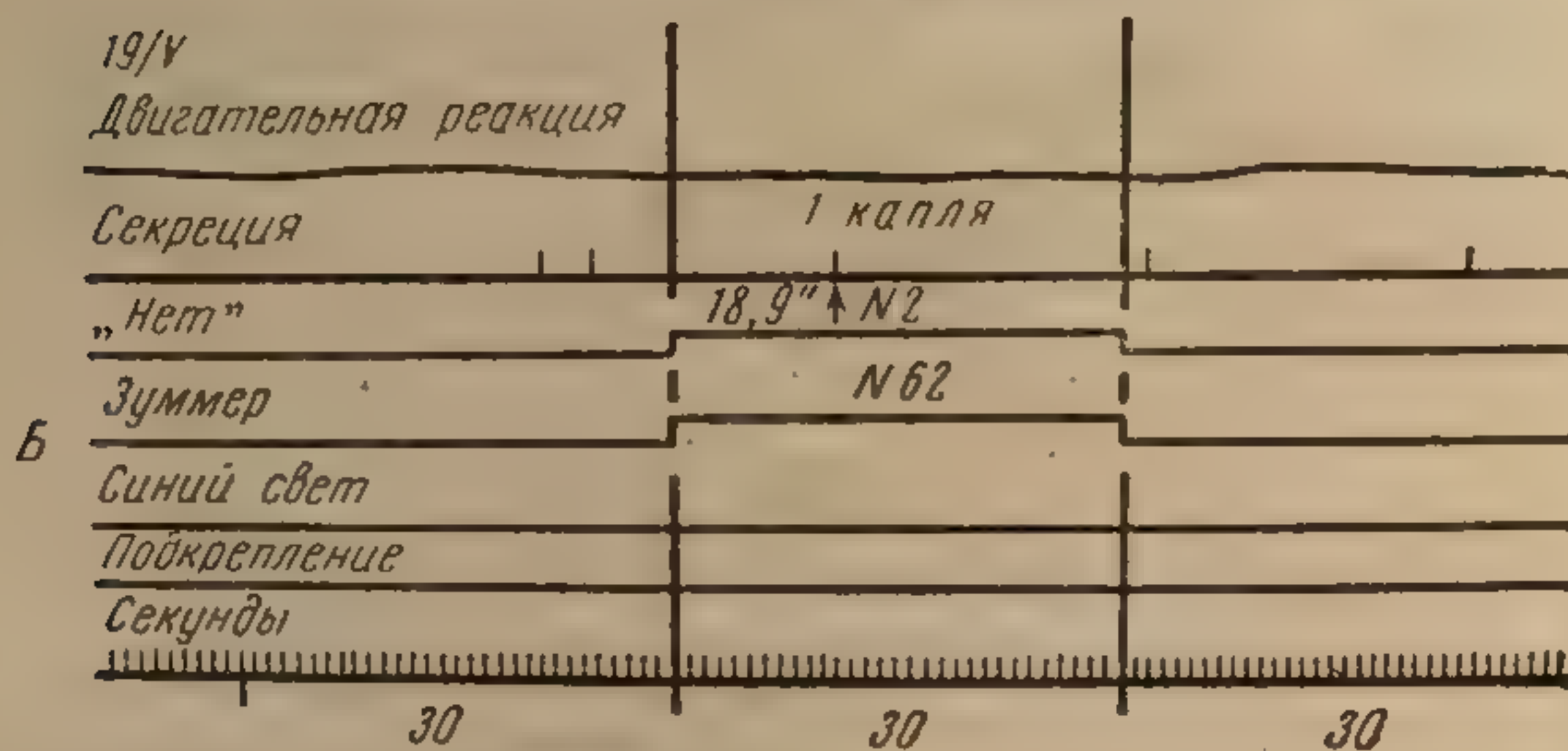
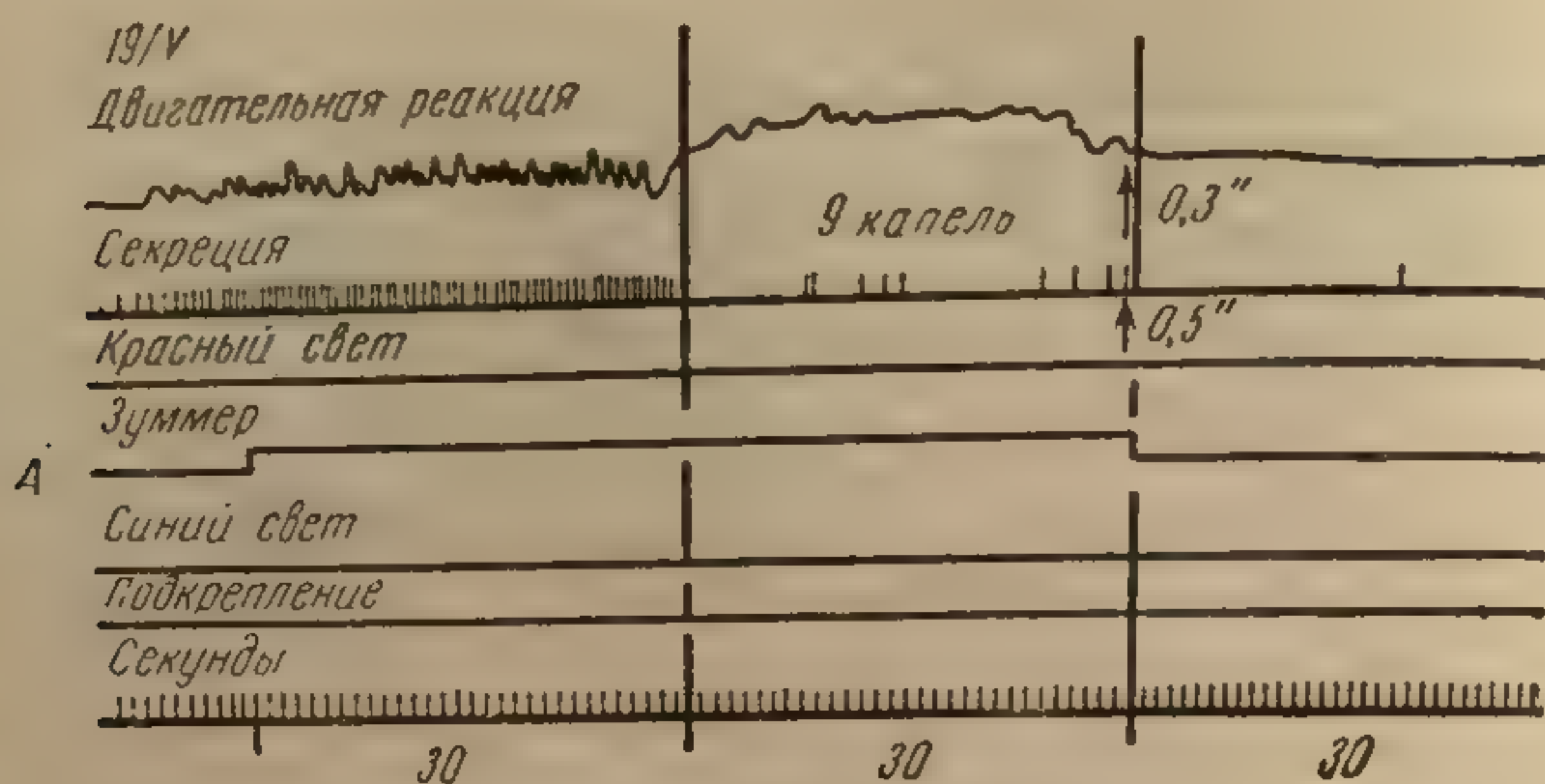
13 час. 35 мин. 01 сек.	2	«Гудит гудок»	8	1,6	0,3	+
39 » 20 »	2	«Звенит звонок»	12	0,6	1,4	+
44 » 18 »	3	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
45 » 49 »	2	«Горит красный свет»	5	1,8	3,2	+
50 » 49 »	2	«Работает касалка»	4	0,7	1,9	+
55 » 40 »	4	«Горит синий свет»	1	Нет	14,7	0
57 » 49 »	2	«Горит зеленый свет»	5	1,8	3,1	+

Исследование 25, 18/V

13 час. 02 мин. 08 сек.	59	Зуммер	8	2,1	1,5	+
06 » 37 »	60	Зуммер—«Нет» № 1	1	Нет	20,2	0
08 » 17 »	20	Звонок	10	0,6	0,4	+
13 » 13 »	21	»	13	1,2	2,3	+
19 » 02 »	22	Звонок—«Нет» № 1	0	Нет	—	0
26 » 08 »	31	Красный свет	7	0,4	2,3	+
31 » 08 »	32	Красный свет—«Нет» № 1	0	Нет	—	0
32 » 13 »	23	Зеленый свет	4	3,3	10,7	+

Исследование 26, 19/V

14 час. 02 мин. 39 сек.	61	Зуммер	9	0,3	0,5	+
09 » 32 »	62	Зуммер—«Нет» № 2	1	Нет	18,9	0
10 » 47 »	23	Звонок	12	0,3	1,0	+
14 » 44 »	24	Звонок—«Нет» № 2	1	Нет	14,3	0
16 » 20 »	33	Красный свет	6	0,9	1,9	+
20 » 26 »	34	Красный свет—«Нет» № 2	1	Нет	6,2	0
22 » 28 »	24	Зеленый свет	7	0,4	1,8	+
26 » 28 »	25	Зеленый свет—«Нет» № 1	1	Нет	8,0	0



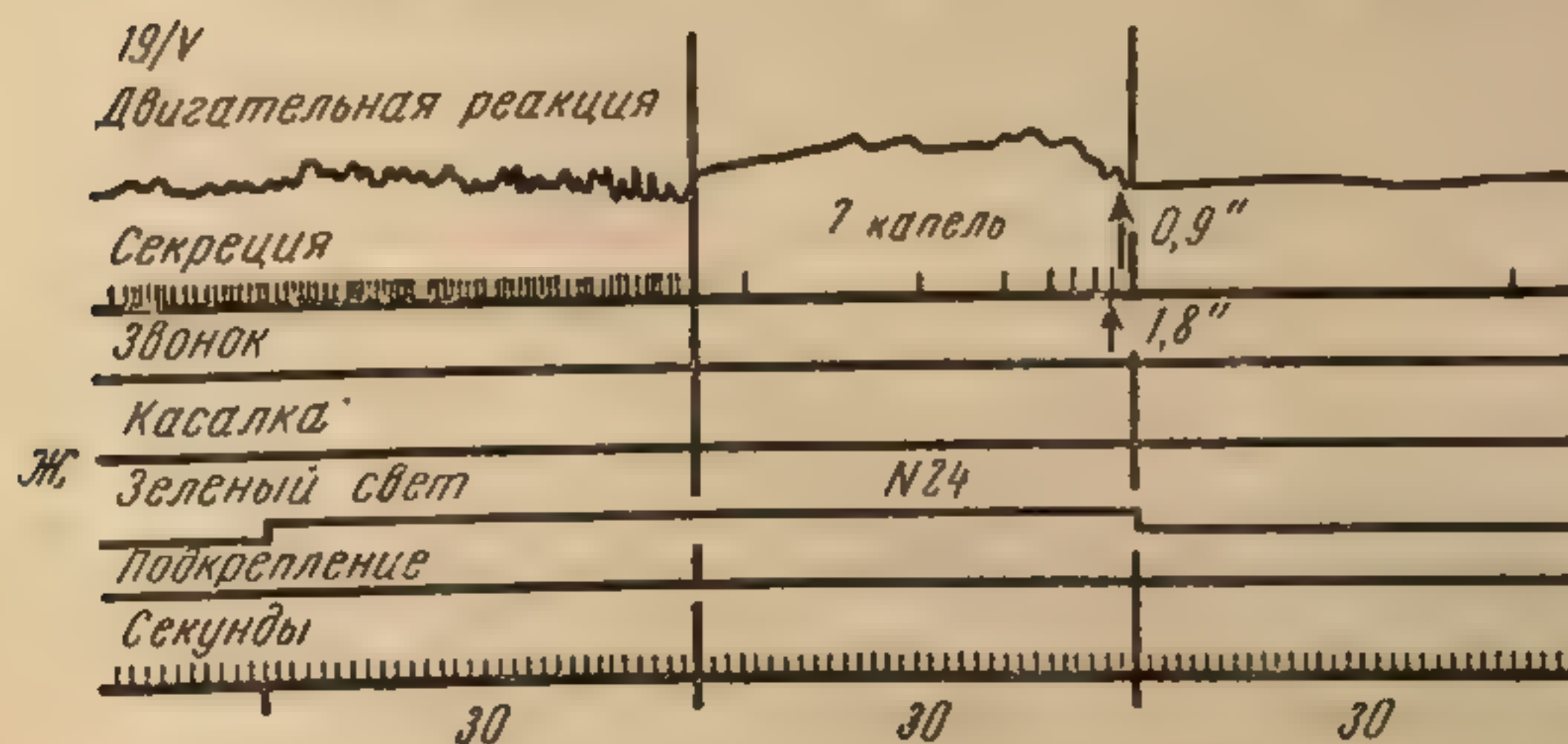
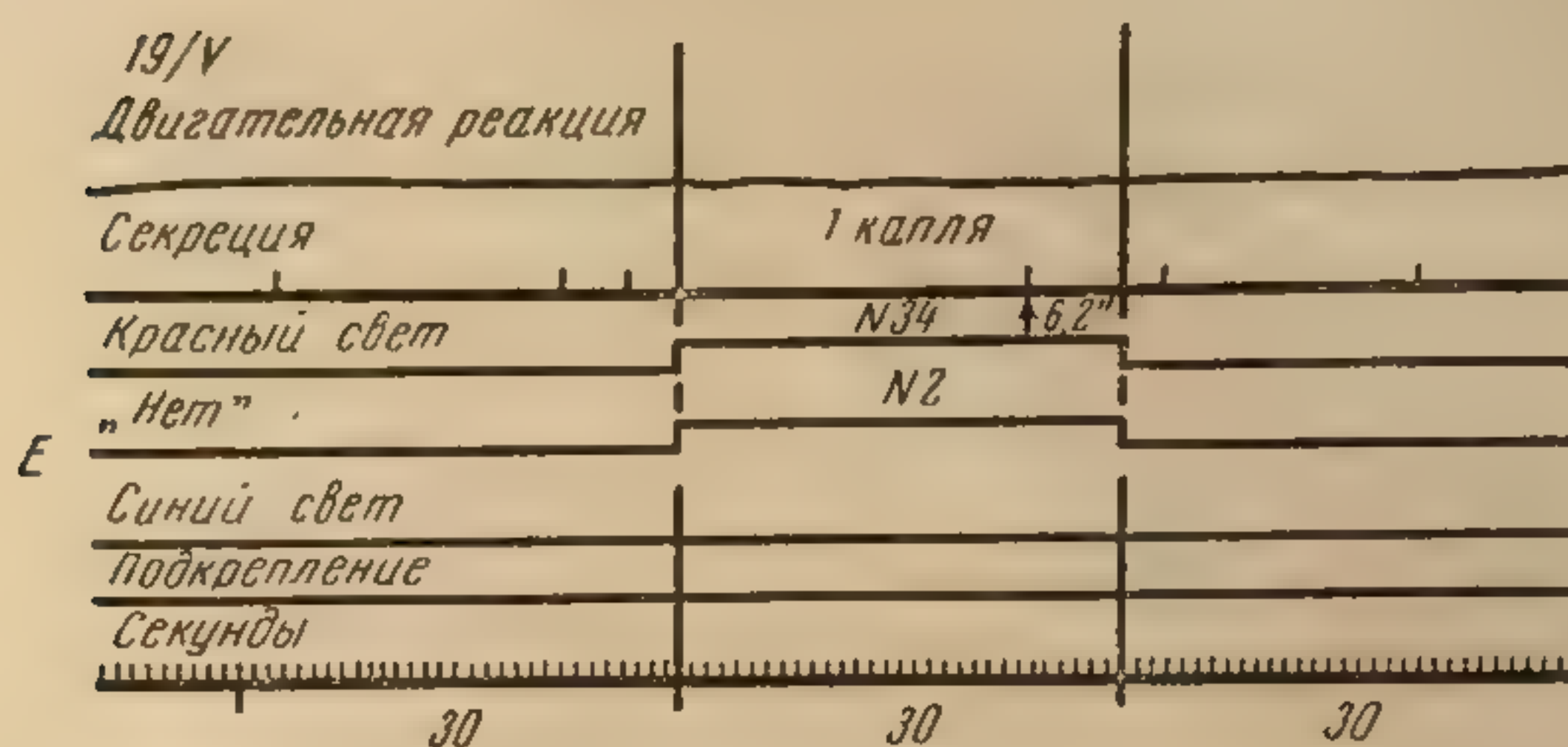
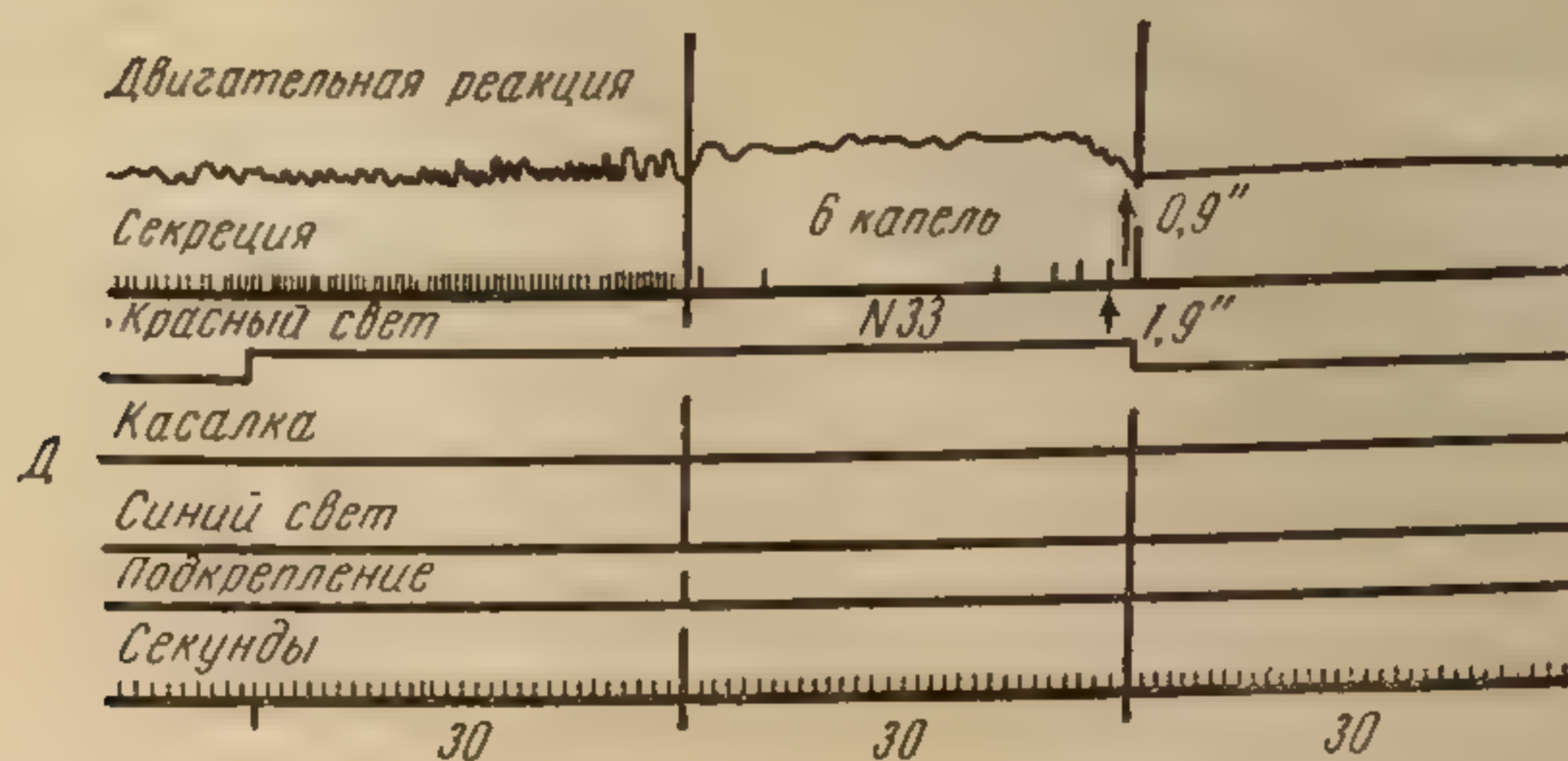
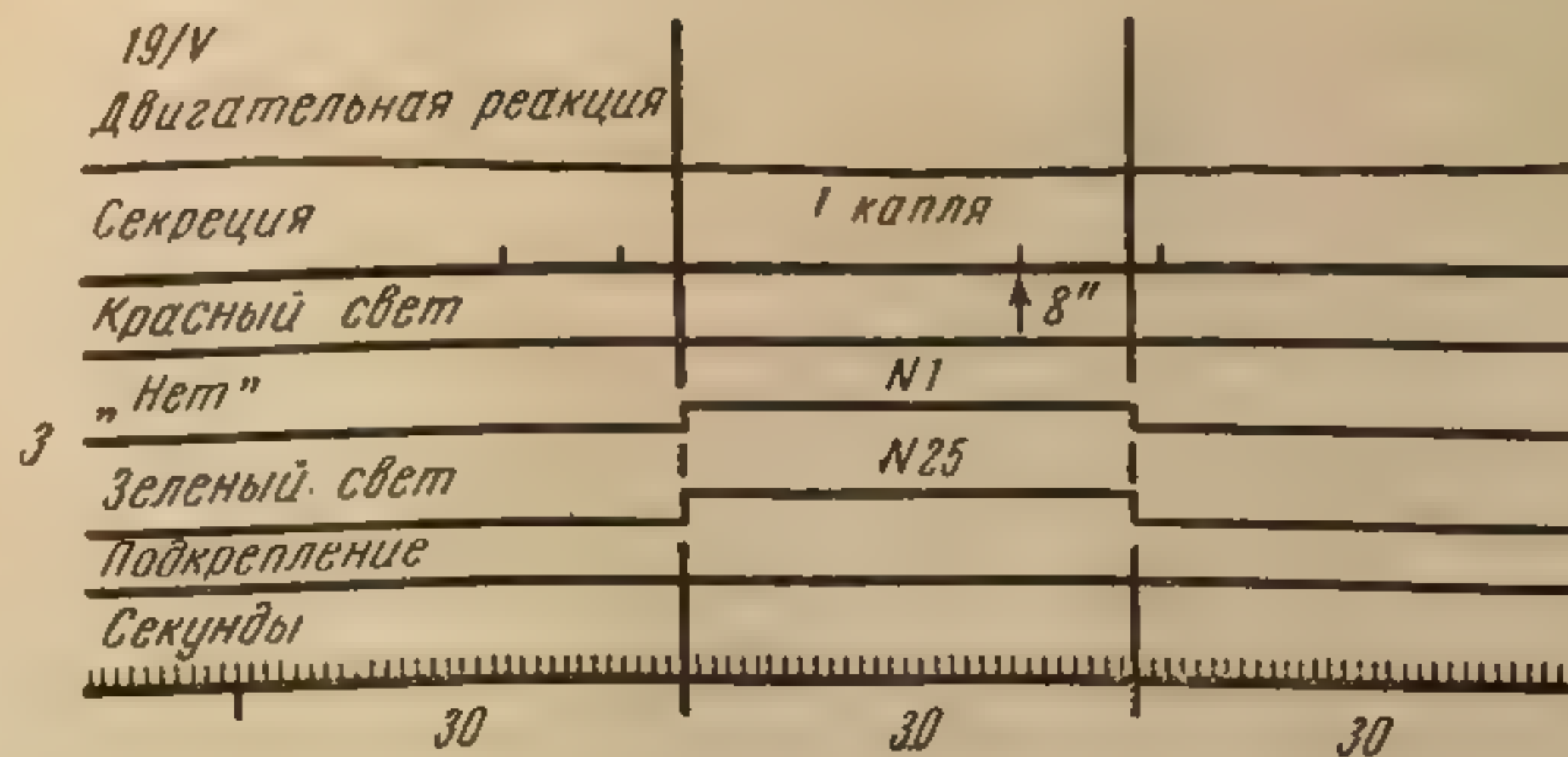


Рис. 72. Условные рефлексy при столкновении деятельности сигнальных систем у Коли С. (опыт 26, 19/V).

А — положительный условный рефлекс на сигнал зуммера; Б — одновременное действие сигналов зуммера и речевого «нет»; В — положительный условный рефлекс на звонок; Г — одновременное действие сигналов звонка и речевого «нет»; Д — положительный условный рефлекс на красный свет; Е — одновременное действие сигналов красного света и речевого «нет»; Ж — положительный условный рефлекс на зеленый свет; З — одновременное действие сигналов зеленого света и речевого «нет».



Теперь представим протоколы 4 различных его исследований (табл. 16).

Из табл. 16 видно, что при применении стереотипа непосредственных раздражителей в исследовании 20 полностью соблюдается «закон силы»: на зуммер выделилось 8 капель условной слюны, на звонок — 11, на красный свет — 4, на касалку — 5, на синий свет (дифференцировка) — 0 капель, на зеленый свет — 4 капли. При замене непосредственного стереотипа раздражителей его речевым обозначением в условиях сокращенной нагрузки (исследование 24) также полностью соблюдается «закон силы»: на слова «гудит гудок», «звенит звонок», «горит синий свет», «горит красный свет», «работает касалка», «горит зеленый свет» соответственно выделилось 8; 12; 0; 5; 4; 5 капель условной слюны. Наконец, при столкновении деятельности первой и второй сигнальных систем ярко проявляется оптимальная возбудимость первой и второй сигнальной систем при их совместной и противоположной деятельности. Так, в исследовании 25 полностью проявляется «закон силы» при предъявлении непосредственных раздражений: сильный раздражитель (звонок) вызывает 10 и 13 капель условной слюны, средний (зуммер) — 8, слабые (красный и зеленый свет) — соответственно 7 капель и 4 капли. Вместе с тем обобщающий отрицательный словесный раздражитель («нет») абсолютно тормозит одновременно с ним действующий положительный условный раздражитель до 0 и одной капли. Наглядно это видно в исследовании 26, где «закон силы» на непосредственные раздражители выступает еще четче: 9 капель (средней силы), 12 капель (сильный), 6 и 7 капель (слабые). Слово «нет» все условные рефлексy тормозит до одной капли при фоне промежуточной секреции 2—1 капля (рис. 72). Если сравнить эти результаты с теми, которые наблюдались до сокращения нагрузки и введения спортивных игр на свежем воздухе (см. табл. 1, рис. 4), когда у этого же ребенка мы видели длительные фазовые состояния при непосредственных и речевых раздражениях, то происшедшая перемена в работе мозга покажется нам особенно убедительной.

Следующие исследования, на примере которых мы рассмотрим влияние сокращения учебной нагрузки и свежего воздуха, проведены над Володей В., 14 лет, с которым мы подробно знакомимся в III главе (см. табл. 2).

Приводим протоколы 5 различных исследований Володи В., из которых видна стойкая нормализация высшей нервной деятельности в результате сокращения учебной нагрузки и введения игр на свежем воздухе (табл. 17).

Табл. 17 показывает, что применение стереотипа непосредственных раздражителей (исследование 95) вызывало условнорефлекторные ответы, полностью соответствующие «закону силы»: на раздражитель

Протоколы исследования Володи В., 14 лет

Таблица 17

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
Исследование 95, 15/III						
19 час. 46 мин. 33 сек.	163	Зуммер	6	0,3	2,0	+
51 » 15 »	127	Красный свет	5	0,6	2,8	+
56 » 45 »	131	Синий »	0	Нет	—	0
58 » 05 »	120	Зеленый »	4	0,1	1,2	+
20 » 05 » 13 »	64	Звонок 5 секунд + касалка 30 секунд	1	Нет	21,2	0
07 » 35 »	142	Касалка	5	0,1	2,3	+
Исследование 114, 13/IV						
20 час. 08 мин. 52 сек.	201	Зуммер	6	0,4	2,5	+
13 » 20 »	143	Красный свет	4	0,3	3,0	+
17 » 24 »	138	Синий »	0	Нет	—	0
19 » 42 »	136	Зеленый »	4	0,1	2,1	+
23 » 55 »	172	Касалка	5	0,1	1,3	+
Исследование 102, 24/III						
13 час. 47 мин. 40 сек.	180	Зуммер	8	0,2	1,7	+
51 » 41 »	181	Зуммер — «Нет» № 2	1	Нет	7,0	0
57 » 14 »	137	Красный свет	4	0,3	2,0	+
14 » 01 » 31 »	138	Красный свет — «Нет» № 2	0	Нет	—	0
03 » 48 »	130	Зеленый свет	6	0,2	1,5	+
08 » 16 »	131	Зеленый свет — «Нет» № 2	1	Нет	27,0	0
09 » 32 »	157	Касалка	4	0,1	0,8	+
14 » 15 »	158	Касалка — «Нет» № 2	0	Нет	—	0
Исследование 108, 1/IV						
18 час. 18 мин. 48 сек.	4	«Гудит гудок»	7	0,3	1,8	+
22 » 30 »	3	«Горит красный свет»	4	0,1	1,3	+
27 » 25 »	5	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
29 » 00 »	3	«Горит зеленый свет»	5	0,1	1,8	+
33 » 23 »	3	«Работает касалка»	6	0,2	1,9	+
37 » 46 »	6	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
38 » 53 »	165	Касалка	5	0,1	1,1	+
Исследование 109, 2/IV						
18 час. 21 мин. 25 сек.	5	«Гудит гудок»	6	0,5	1,2	+
25 » 33 »	4	«Горит красный свет»	4	0,2	1,5	+
29 » 38 »	7	«Горит синий свет»	0	Нет	—	0
32 » 01 »	4	«Горит зеленый свет»	4	0,4	2,3	+
36 » 20 »	4	«Работает касалка»	5	0,1	1,9	+

средней силы (зуммер) выделилось 6 капель, на слабые раздражители (красный, зеленый свет и касалка) — 5; 4 и 5 капель, на дифференцировку (синий свет) — 0 капель, на условный тормоз (звонок + касалка) — одна капля со скрытым периодом 21,2 секунды. Следующие исследования дали такой же результат (например, исследование 114): на зуммер — 6 капель, на красный и зеленый свет — по 4 капли, на касалку — 5, на синий свет — 0 капель. Если эти исследования сравнить с теми, которые приведены в табл. 2 у этого же ребенка, отчетливо выступает факт восстановления после многих месяцев фазовых состояний коры больших полушарий (уравнительная и парадоксальная фазы) состояния стойкой оптимальной возбудимости с правильными силовыми отношениями секреторных условнорефлекторных ответов. Вместе с тем столкновение противоположных действий первой и второй сигнальных систем (исследование 102 в табл. 17) показало не только оптимальную возбудимость первой сигнальной системы (зуммер вызвал 8 капель, красный свет и касалка — по 4, зеленый свет — 6 капель), но и прекрасную регулирующую роль второй сигнальной системы: слово «нет» при одновременном действии с упомянутыми положительными сигналами полностью затормаживало их действие (зуммер до одной капли, красный свет до 0, зеленый свет до одной капли и касалка до 0 капель). В то же время замена всего стереотипа непосредственных раздражителей их речевым обозначением (исследования 108, 109 в табл. 17) выявила полное соблюдение «закона силы» в величинах условных секреторных рефлексов.

Если при умственном утомлении условные рефлексy у Володи В. были часто очень низкими (1—2 капли), образовывались с большим трудом, особенно тормозные, то после сокращения размера его учебной нагрузки и ежедневной игры на свежем воздухе 4 часа в день произошла стойкая нормализация высшей нервной деятельности на уровне как первой, так и второй сигнальной системы.

Следующий ребенок, с исследованиями которого мы знакомимся в III главе при изучении умственного утомления, был Веня К., 10 лет. Тогда у него наблюдались в больших полушариях уравнительные фазы преимущественно тормозного, но иногда эксцитаторного характера (см. исследования 21, 26, 28, 32 в табл. 3). Теперь же после сокращения учебной нагрузки и после игр на свежем воздухе у него наступила стойкая нормализация высшей нервной деятельности.

Приводим протоколы 4 различных исследований Вени К., характеризующих нормализацию высшей нервной деятельности в результате сокращения учебной нагрузки и введения игр на свежем воздухе (табл. 18).

Табл. 18 показывает, что при применении стереотипа раздражителей, адресуемого в первую сигнальную систему, имеется оптимальная

Протоколы исследований Вени К., 13 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секунду	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	---	---	--------------

Исследование 39, 9/III

12 час. 38 мин. 24 сек.	101	Зуммер	11	0,1	1,3	+
42 » 24 »	75	Звонок	13	0,1	1,6	+
47 » 25 »	56	Синий свет	1	Нет	14,3	0
48 » 44 »	36	Зеленый »	6	0,1	1,3	+
54 » 50 »	24	Касалка	6	0,1	1,5	+

Исследование 51, 26/III

17 час. 14 мин. 15 сек.	121	Зуммер	9	0,1	1,0	+
18 » 40 »	85	Звонок	15	0,2	2,1	+
22 » 12 »	62	Синий свет	0	Нет	—	0
23 » 22 »	44	Зеленый »	7	0,3	1,9	+
27 » 39 »	63	Синий »	0	Нет	—	0
29 » 00 »	45	Касалка	8	0,1	1,1	+

Исследование 49, 24/III

18 час. 21 мин. 59 сек.	118	Зуммер	9	0,1	1,5	+
26 » 34 »	119	Зуммер—«Нет» № 3	1	Нет	18,5	0
28 » 18 »	83	Звонок	14	0,1	0,7	+
32 » 31 »	84	Звонок—«Нет» № 3	2	Нет	10,3	0
34 » 43 »	42	Зеленый свет	7	0,3	2,0	+
38 » 43 »	43	Зеленый свет—«Нет» № 3	2	Нет	8,7	0
41 » 50 »	42	Касалка	8	0,1	1,1	+
45 » 14 »	43	Касалка—«Нет» № 3	3	Нет	2,5	0

Исследование 50, 25/III

16 час. 11 мин. 42 сек.	7	«Гудит гудок»	8	0,7	1,8	+
15 » 36 »	7	«Звенит звонок»	10	0,3	1,3	+
26 » 48 »	9	«Горит синий свет»	2	Нет	13,3	0
32 » 0,3 »	6	«Работает касалка»	6	0,3	3,0	+

возбудимость в корковых анализаторах первой сигнальной системы. Условнорефлекторные ответы, характеризующиеся при утомлении нарушением правильных силовых отношений (см. табл. 3), теперь полностью соответствуют «закону силы» (исследования 39 и 51 в табл. 18).

Особенно четко проявляется «закон силы» в исследовании 51. При этом на зуммер выделилось 9 капель условной слюны, на звонок — 15, на синий свет (дифференцировка) — 0, на зеленый свет — 7, на касалку — 8 капель. При столкновении сигнальных систем (исследование 49) силовые отношения условнорефлекторных ответов слюнных желез имеют также правильный характер, обобщающий же отрицательный словесный сигнал (слово «нет») тормозит величину условной секреции на зуммер с 9 капель до одной, на звонок с 14 до 2, на зеленый свет с 7 до 2, на касалку с 8 до 3 капель. Замена стереотипа непосредственных раздражителей их речевым обозначением (исследование 50) также вызывает условнорефлекторные ответы, полностью соответствующие «закону силы».

Вместе с тем следует заметить, что у мальчика 10 лет Вени К. нормализация высшей нервной деятельности на уровне второй сигнальной системы наступала не через 2 недели после сокращения учебной нагрузки, а лишь спустя 4 недели — после специальных занятий спортивными играми на свежем воздухе, а через 2 недели у него имелись нарушения правильных силовых отношений условных рефлексов в ответ на применение соответствующего речевого стереотипа раздражителей. По-видимому, с уменьшением возраста требуется больше времени для восстановления оптимальной возбудимости на уровне второй сигнальной системы.

Самый маленький ребенок, исследования которого мы приводили в III главе, был Женя О., 7 лет. Если обратиться к результатам его исследования при умственном утомлении, которые содержатся в табл. 5, то мы вспомним, что тогда его высшая нервная деятельность характеризовалась в основном наличием парадоксальных фаз (исследования 27, 28, 33) в коре больших полушарий при применении непосредственных условных раздражителей. Применение сокращенного до 5 часов рабочего дня и 4-часовых прогулок и игр на свежем воздухе в течение 6 недель не давали полной нормализации высшей нервной деятельности, наконец, она полностью нормализовалась. Это обстоятельство отражалось в поведении и субъективных переживаниях этого интересного мальчика. Полностью исчезла вялость, мальчик стал веселым, жизнерадостным, остроумным. Условные рефлексы его стали характеризоваться правильными силовыми отношениями на предъявление непосредственного стереотипа раздражителей, а также обозначающего его речевого стереотипа. Экстренное избирательное торможение отрицательным речевым сигналом отдельных положительных условных рефлексов при

Таблица 19

Протоколы исследований Жени О., 7 лет

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно-отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
Исследование 51, 24/IV						
17 час. 16 мин. 35 сек.	119	Зуммер	7	0,1	3,2	+
26 » 48 »	24	Звонок	15	0,3	1,4	+
31 » 55 »	62	Синий свет	2	Нет	13,8	0
35 » 05 »	80	Красный »	6	0,7	2,2	+
40 » 20 »	54	Зеленый »	6	0,5	1,7	+
45 » 22 »	63	Синий »	2	Нет	22,0	0
47 » 35 »	47	Касалка	6	1,3	2,7	+
Исследование 52, 27/IV						
19 час. 11 мин. 30 сек.	121	Зуммер.	7	0,3	0,9	+
16 » 07 »	25	Звонок	16	0,2	1,7	+
22 » 36 »	64	Синий свет	1	Нет	18,3	0
24 » 00 »	81	Красный »	5	0,3	1,5	+
28 » 26 »	55	Зеленый »	6	0,3	1,0	+
32 » 35 »	65	Синий »	1	Нет	26,7	0
34 » 25 »	48	Касалка	5	0,3	1,8	+
Исследование 53, 29/IV						
13 час. 55 мин. 10 сек.	123	Зуммер	6	0,2	1,1	—
59 » 32 »	26	Звонок	10	0,2	1,2	+
14 » 04 » 28 »	66	Синий свет	0	Нет	—	0
05 » 55 »	82	Красный »	4	1,7	2,4	+
10 » 55 »	56	Зеленый »	3	0,2	2,0	+
13 » 59 »	67	Синий »	0	Нет	—	0
15 » 20 »	49	Касалка	3	2,5	7,7	+
Исследование 44, 7/IV						
10 час. 51 мин. 04 сек.	107	Зуммер	8	0,4	1,8	+
57 » 05 »	108	Зуммер — «Нет» № 1	1	Нет	17,7	0
58 » 20 »	17	Звонок	9	0,7	2,7	+
19 » 0,2 » 37 »	18	Звонок — «Нет» № 1	0	Нет	—	0
04 » 11 »	73	Красный свет	4	0,8	0,1	+
08 » 03 »	74	Красный свет — «Нет» № 1	1	Нет	29,0	0
12 » 03 »	48	Зеленый свет	6	0,4	1,7	+
15 » 20 »	49	Зеленый свет — «Нет» № 1	2	Нет	9,7	0
17 » 43 »	34	Касалка	5	0,5	2,0	+
20 » 13 »	35	Касалка — «Нет касалки» № 1	0	Нет	—	0

Продолжение						
Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно-отделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Покрешение
Исследование 48, 13/IV						
18 час. 48 мин. 14 сек.	2	«Гудит гудок»	11	0,6	2,7	+
53 » 05 »	2	«Звенит звонок»	19	0,1	1,4	+
59 » 48 »	2	«Горит синий свет»	2	Нет	14,5	0
19 » 03 » 00 »	2	«Горит красный свет»	7	0,7	1,4	+
07 » 49 »	2	«Горит зеленый свет»	9	0,1	1,0	+
11 » 55 »	2	«Работает касалка»	8	0,3	0,9	+

столкновении противоположных деятельностей первой и второй сигнальных систем было хорошо и стойко выражено. Все это указывало, что и у детей младшего школьного возраста нормализация режима приводит к восстановлению оптимальной возбудимости в корковых анализаторах первой и второй сигнальных систем.

Приводим протоколы 5 различных исследований Жени О., из которых видна полная нормализация высшей нервной деятельности путем сокращения общей учебной нагрузки до 5 часов в день и введения ежедневных игр на свежем воздухе в течение 4 часов (табл. 19).

Приведенные в табл. 19 три исследования (51—53) убедительно показывают, что имеется стойкая нормализация высшей нервной деятельности при использовании первосигнальных раздражителей. При применении пробы столкновения противоположной деятельности первой и второй сигнальных систем у 7-летнего школьника (исследование 44) видна как оптимальная возбудимость анализаторов первой сигнальной системы (по соблюдению правильных силовых отношений условнорефлекторных ответов), так и эффективность словесной регуляции. При этом обобщенный отрицательный словесный раздражитель полностью тормозит одновременно с ним действующий положительный непосредственный сигнал до 0 или одной капли, т. е. до уровня промежуточной секреции или абсолютно. Особенно наглядно исследование 44 видно в приведенных кимограммах (рис. 73, А—З).

В исследовании 48 (см. табл. 19) приведены результаты замены непосредственного стереотипа раздражителей их речевым обозначением. Как видно из протокола, «закон силы» имеет классическое проявление в условных рефлексах на речевые раздражители.

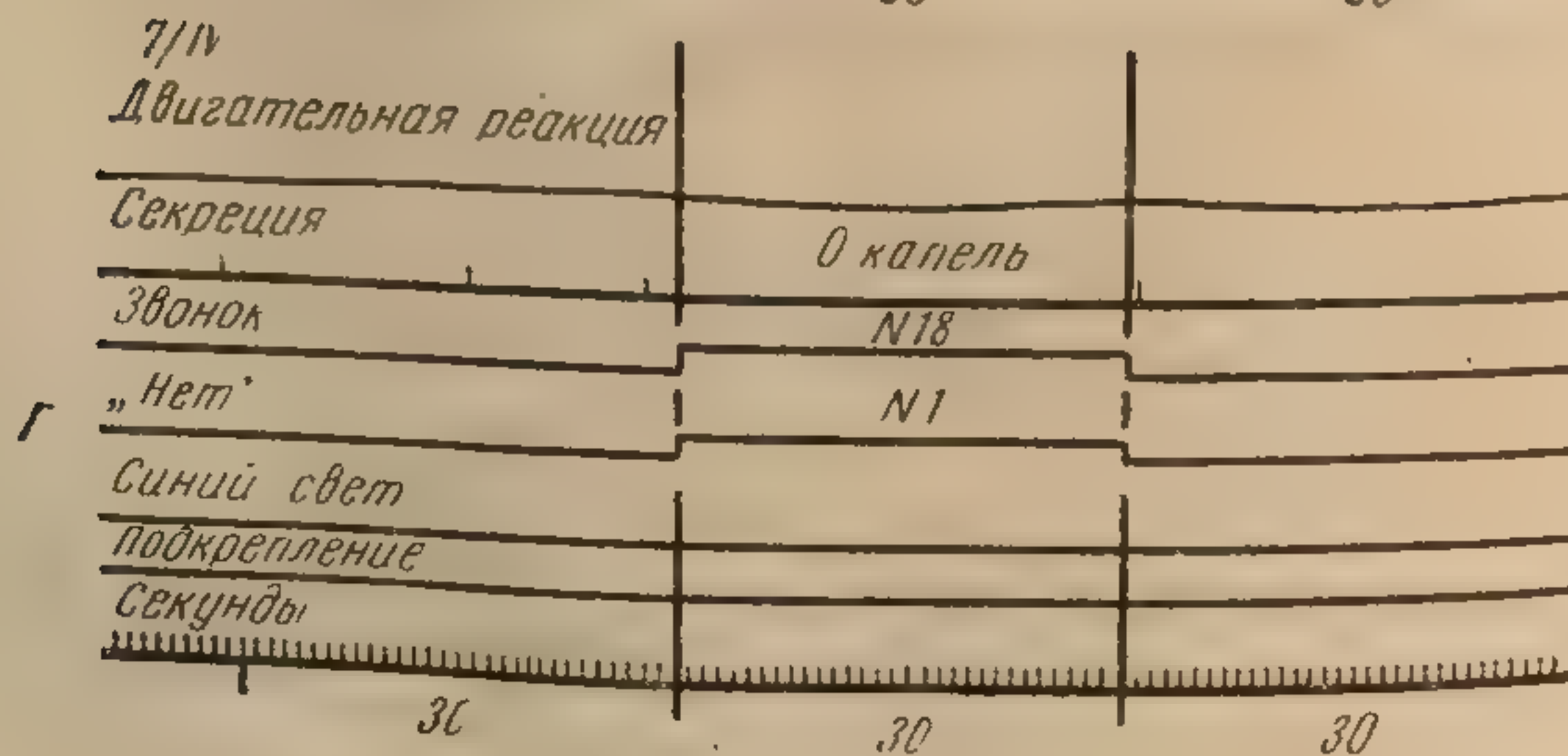
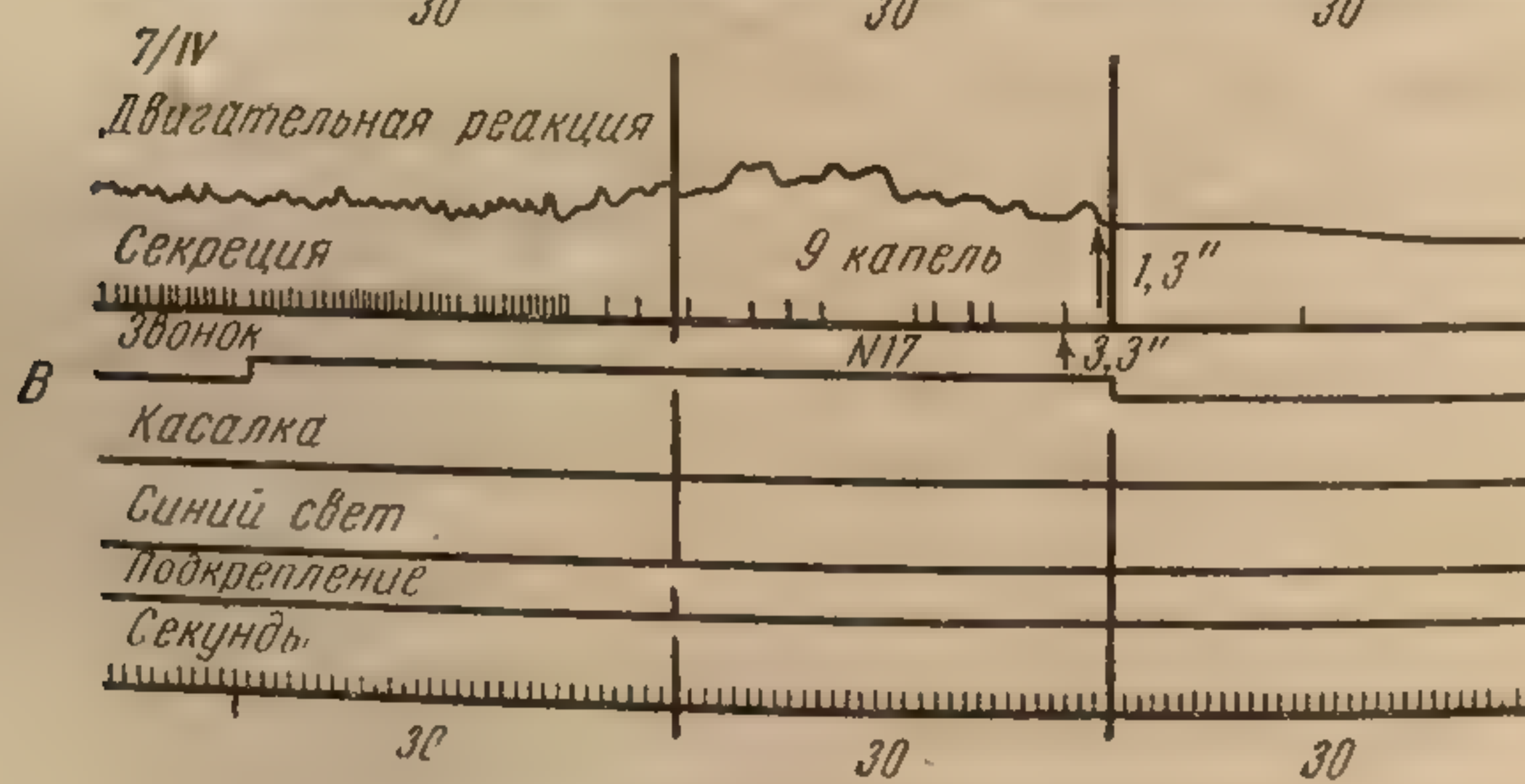
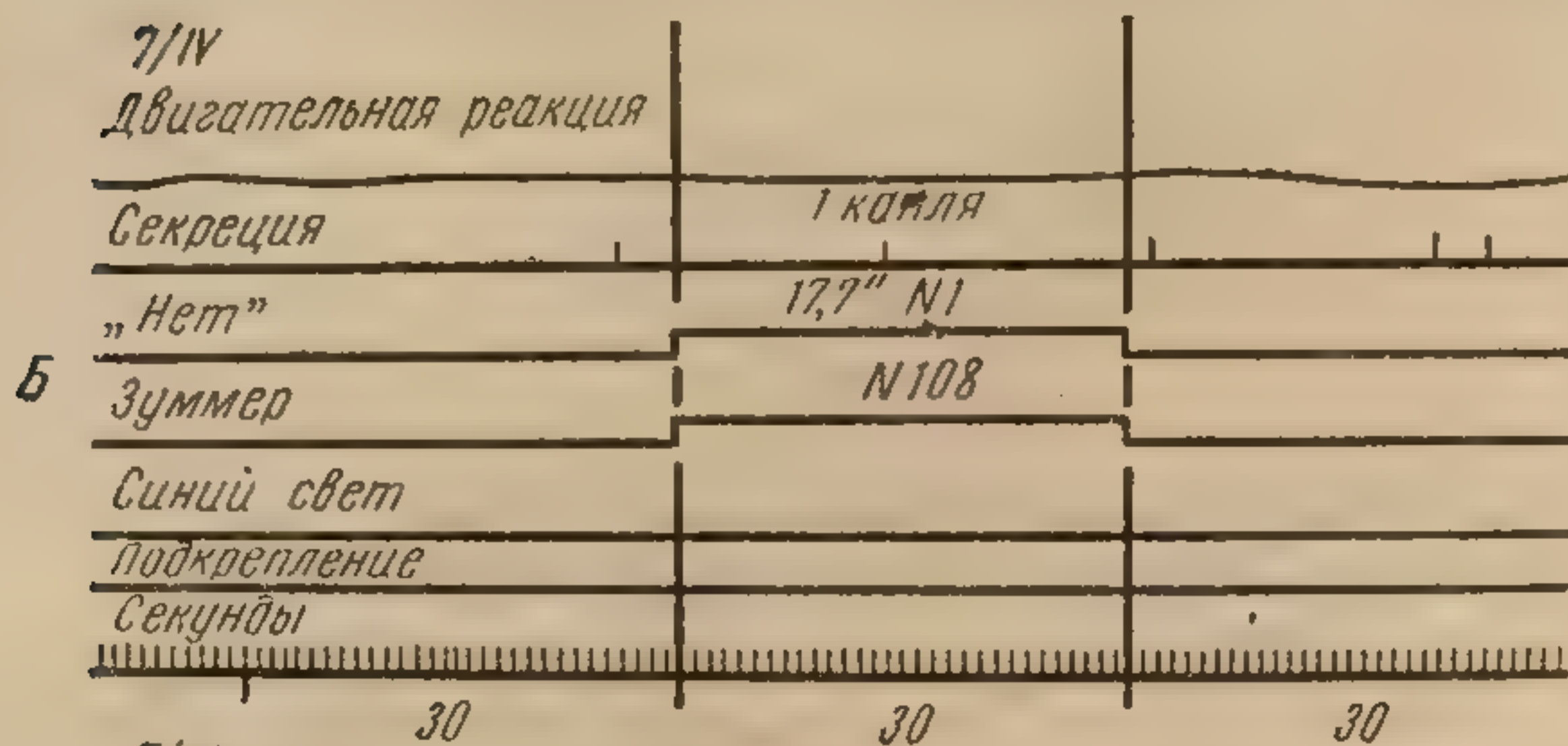
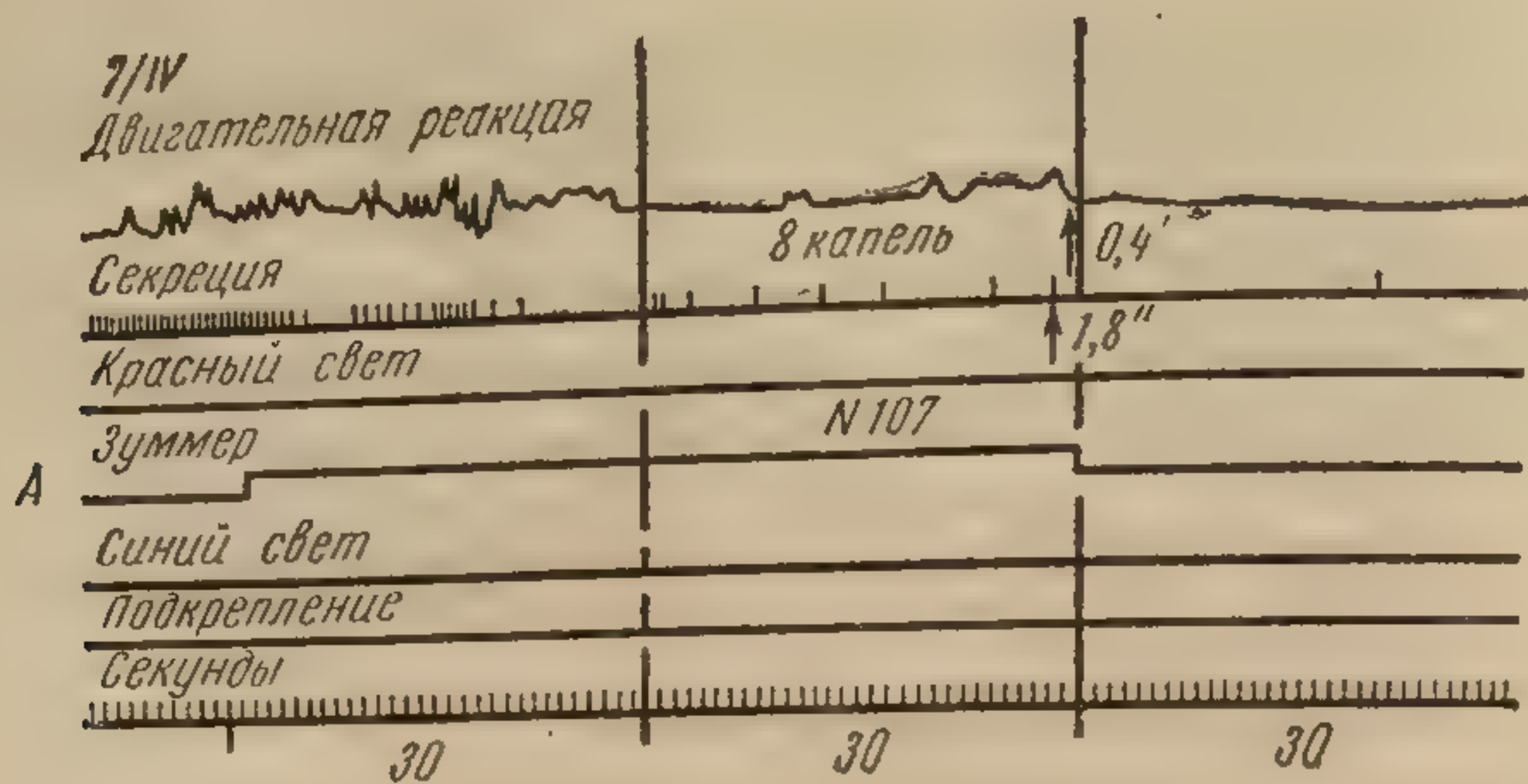
Приведенные результаты указывают, что путем рационального изменения режима учебы и отдыха можно стойко нормализовать высшую нервную деятельность детей младшего возраста, включая сюда тонкие формы взаимодействия первой и второй сигнальных систем.

Особый интерес представляют для нас исследования Алика М., 13 лет, на которых мы подробно останавливались в III главе. При умственном утомлении у этого живого, подвижного и любознательного мальчика, как на это указывалось в III главе, преобладали не тормозные, а эксцитаторные фазы. Это легко вспомнить, если обратиться к протоколам Алика М., представленным в табл. 4. Тогда, анализируя его высшую нервную деятельность, мы отнесли его к повышенно возбудимому сильному уравновешенному быстрому типу по классификации Н. И. Красногорского (1952). В медицинской практике таких детей обычно называют повышенно возбудимыми сангвиниками.

Сократив его общую ежедневную учебную нагрузку с 10 до 7 часов в день, а также организовав ему ежедневные 4-часовые игры на свежем воздухе (мальчик очень любил хоккей), нам удалось стойко нормализовать его высшую нервную деятельность. Прошли эксцитаторные фазы возбудимости в коре больших полушарий, ребенок стал спокойным, сохранив свою любознательность и быстроту реакций. Улучшились дифференцировки, достигнув 1—2 капель, что ранее было редкостью, обычно дифференцировка достигала 3—4 капель слюны. Величина условных рефлексов несколько уменьшилась, зато их величина стала строго соответствовать «закону силы». Это свидетельствовало о восстановлении оптимальной возбудимости больших полушарий. Замена стереотипа непосредственных раздражителей соответствующим речевым также показала исключительную адекватность взаимодействия первой и второй сигнальных систем.

Приводим протоколы 4 различных исследований Алика М., из которых видна стойкая нормализация высшей нервной деятельности под влиянием сокращения ежедневной учебной нагрузки на 3 часа и введения игр на свежем воздухе (табл. 20).

Приведенные исследования влияния сокращения ежедневной учебной нагрузки в среднем на 3 часа и соответствующего увеличения пребывания детей на свежем воздухе на высшую нервную деятельность, в том числе и на взаимодействие первой и второй сигнальных систем мозговой коры, убедительно показывают наличие стойкой нормализации мозговой деятельности в условиях учебы по существующим учебным программам у детей разного возраста. Сравнительный характер этих исследований, объективность получаемых данных, возможность их сравнивать с данными при умственном утомлении на тех же детях позволяют заключить, что путь сокращения учебной нагрузки и соответствующее увеличение времени для занятия играми и спортом является весьма



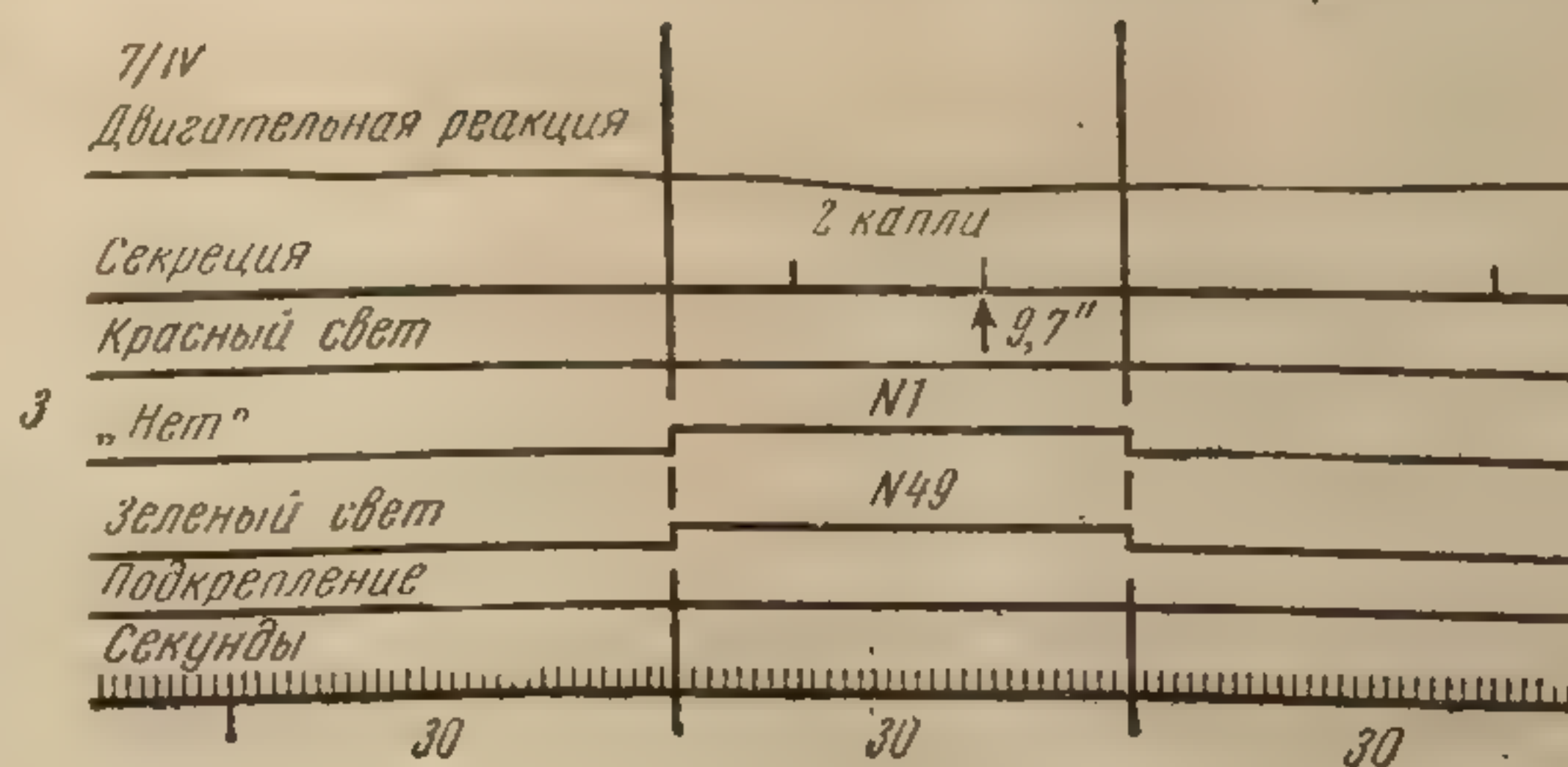
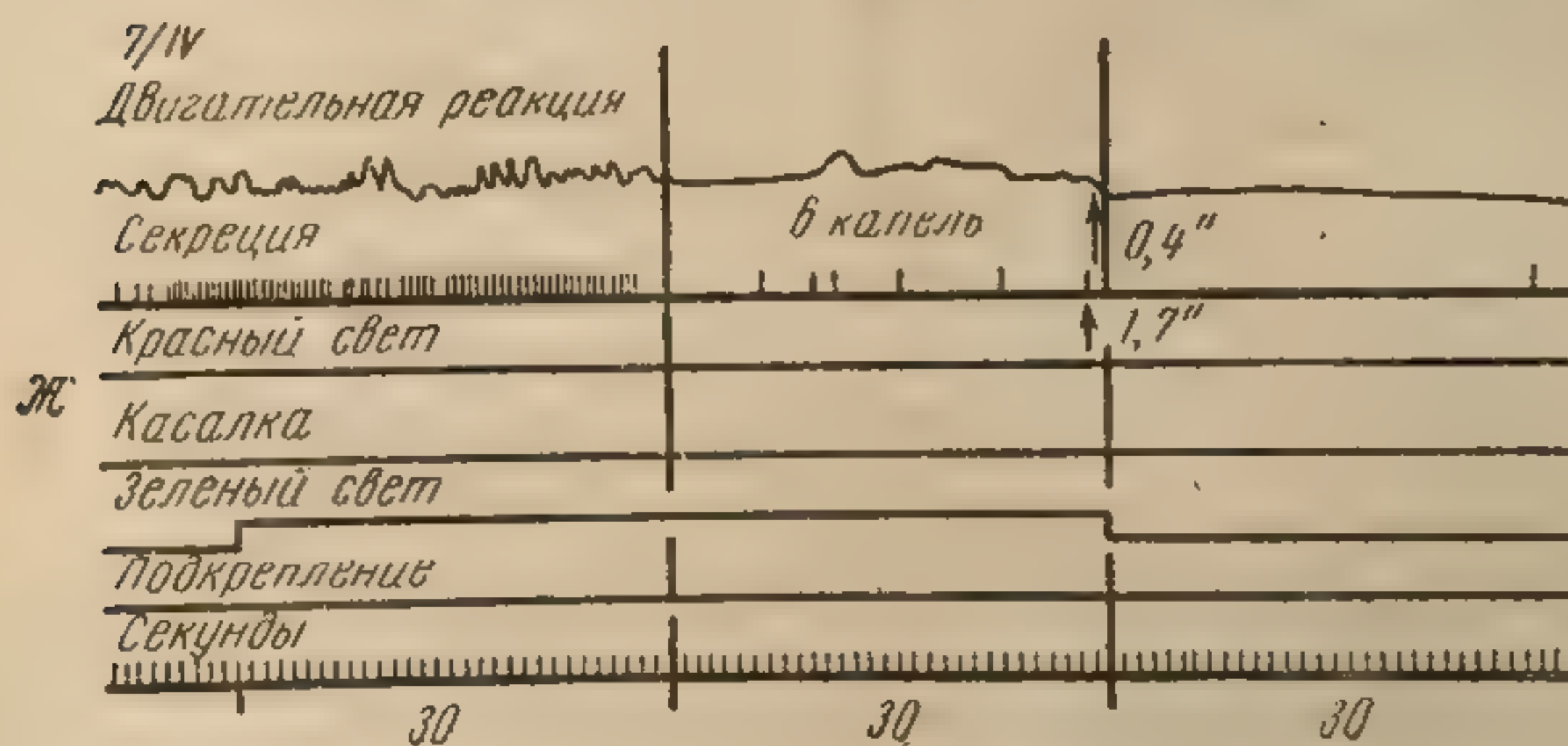
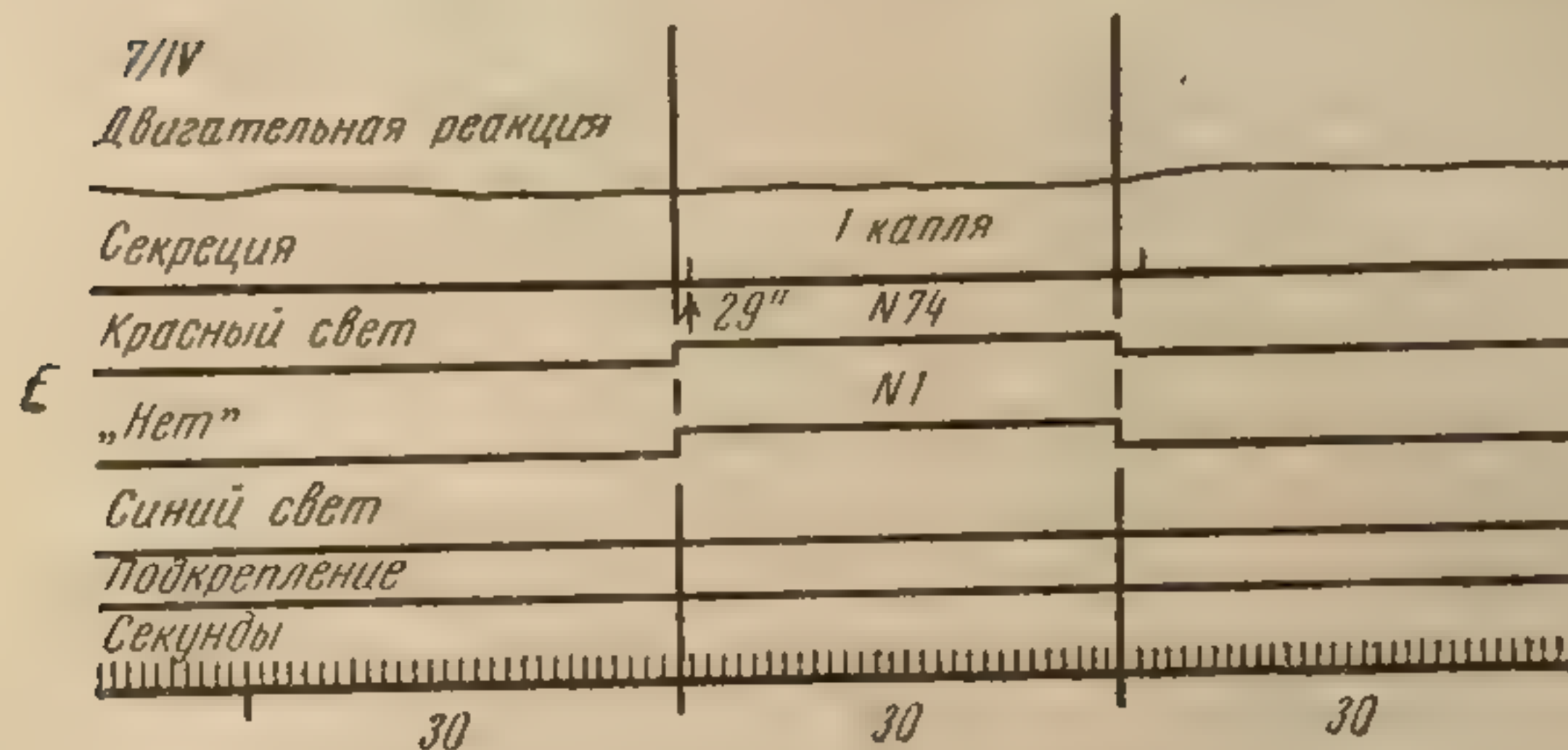
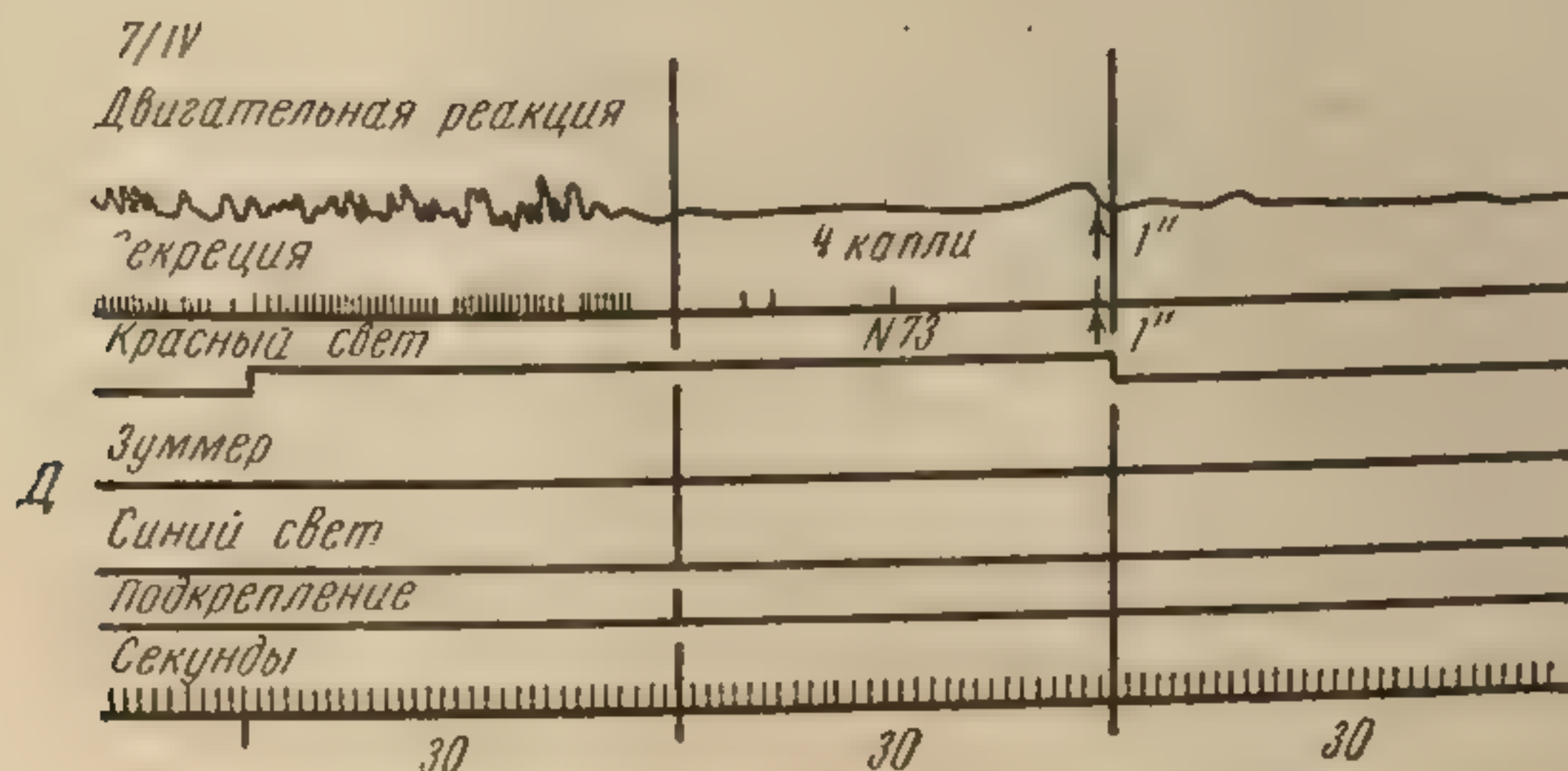


Рис. 73. Условные рефлексy при столкновении деятельности сигнальных систем у Жени О. (опыт 44, 7/V).

А — положительный условный рефлекс на сигнал зуммера; Б — одновременное действие сигналов зуммера и речевого «нет»; В — положительный условный рефлекс на звонок; Г — одновременное действие сигналов звонка и речевого «нет»; Д — положительный условный рефлекс на красный свет; Е — одновременное действие сигналов красного света и речевого «нет»; Ж — положительный условный рефлекс на зеленый свет; З — одновременное действие сигналов зеленого света и речевого «нет».

Протоколы исследования Алика М., 13 лет

Таблица 20

Время	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период двигательного рефлекса в секундах	Скрытый период условной секреции в секундах	Подкрепление
-------	---------------	-----------------------	---	--	---	--------------

Исследование 52, 23/II

12 час. 33 мин. 54 сек.	98	Зуммер	9	0,1	2,8	+
39 » 23 »	94	Звонок	13	0,1	1,9	+
43 » 37 »	61	Зеленый свет	2	Нет	8,9	0
49 » 37 »	62	Касалка	8	0,4	2,1	+

Исследование 59, 6/III

18 час. 03 мин. 25 сек.	108	Зуммер	9	0,1	1,1	+
8 » 05 »	101	Звонок	14	0,1	0,7	+
13 » 33 »	70	Зеленый свет	1	Нет	13,0	0
16 » 25 »	73	Красный »	8	0,1	1,3	+
24 » 05 »	1	«Работает касалка»	8	0,1	1,3	+
29 » 51 »	71	Зеленый свет	1	Нет	14,3	0
32 » 20 »	71	Касалка	8	0,1	0,4	+

Исследование 62, 13/III

13 час. 36 мин. 15 сек.	4	«Гудит гудок»	8	0,3	3,3	+
39 » 30 »	4	«Звенит звонок»	13	0,5	3,2	+
43 » 39 »	4	«Горит зеленый свет»	1	Нет	28,3	0
45 » 31 »	4	«Горит красный свет»	6	0,2	2,0	+
49 » 20 »	4	«Работает касалка»	5	0,4	4,0	+
54 » 35 »	5	«Горит зеленый свет»	1	Нет	10,4	+

Исследование 72, 6/IV

20 час. 28 мин. 23 сек.	10	«Гудит гудок»	11	0,2	1,7	+
32 » 32 »	11	«Звенит звонок»	14	0,1	0,2	+
38 » 08 »	11	«Горит зеленый свет»	2	Нет	11,5	0
39 » 33 »	9	«Горит красный свет»	8	0,2	1,8	+
45 » 26 »	8	«Работает касалка»	7	0,3	0,4	+

эффективным для стойкой нормализации высшей нервной деятельности.

Продолжая физиологический анализ путей устранения умственного утомления, рассмотрим влияние на утомленный мозг ребенка афферентных раздражений. Из афферентных раздражителей для нормализации корково-подкорковых взаимоотношений в утомленном мозгу мы использовали два наиболее эффективных средства: действие холодового агента на рецепторы тройничного нерва и раздражение проприорецепторов дозированными мышечными упражнениями (лыжи, гимнастика, баскетбол, волейбол, легкая атлетика).

Нормализация корково-подкорковых взаимоотношений кратковременным влиянием холодового агента на рецепторы тройничного нерва

С целью повышения тонуса подкорковых образований и коры больших полушарий, пониженных, как мы установили в главах III—VIII, вследствие развития тормозных фазовых состояний в коре и торможения подкорковых образований, в том числе активирующей восходящей ретикулярной формации, мы применили кратковременное раздражение рецепторов тройничного нерва (лицо, ушные раковины) холодовым агентом, имеющим температуру 10° , в течение 30 секунд. Такое воздействие, имеющее рефлекторный характер, снимало у детей чувство утомления после 5—6 часов умственной работы в классе, создавало ощущение бодрости и свежести. Исследование корково-подкорковых отношений показало, что их нарушенные при умственном утомлении взаимоотношения нормализовались. При этом резко повышался тонус подкорковых образований и коры больших полушарий. Повышение тонуса подкорковых образований выражалось в восстановлении неспецифических вегетативных компонентов пищевого рефлекса (особенно кожно-гальванической и сосудистой реакций). Восстановление оптимальной возбудимости коры больших полушарий ребенка характеризовалось увеличением условных секреторных рефлексов и соответствием их силовых отношений «закону силы».

Рассмотрим исследования Тани Л., 14 лет. С нею мы подробно познакомились в III главе (см. табл. 8). Тогда мы систематически отмечали тормозные парадоксальные и уравнивательные фазы в коре больших полушарий. Из приведенных кимограмм (см. рис. 12—14) наглядно видно полное торможение всех неспецифических вегетативных компонентов (сосудистых, кожно-гальванических, дыхательных) на предъявление условных раздражителей в разных опытах. Действие холодового агента сняло у этой спокойной, уравновешенной и, пожалуй, флегматичной девочки чувство усталости, вернуло ей бодрость и свежесть. Приводим протоколы 3 опытов (табл. 21).

Протоколы исследований Тани Л., 14 лет

Таблица

Время между раздражителями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Итог
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 17, 10/III 1961 г., начало 14 часов 21 минута
(после действия холодого агента)

4	36	Красный свет	8	5,6	0,6	2,6	3,3	7	2,5	3,1	4	+
5	19	Зеленый »	1	23,6	Нет	3,1	3,1	2	4,0	Нет	Нет	
3 1/2	38	Звук 7 герц	13	1,8	0,3	2,6	3,1	3	2,0	1,7	12	

Исследование 25, 23/V 1961 г., начало 12 часов 14 минут
(после действия холодого агента)

5	58	Звук 7 герц	8	1,6	0,3	3,5	2,0					+
4	49	Красный свет	6	1,6	0,2	3,0	2,1					
2	50	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,3	3,1					

Исследование 31, 21/IX 1961 г., начало 14 часов 00 минут
(после действия холодого агента)

6	72	Звук 7 герц	9	1,3	0,3	3,1	3,6	5,0	2,0	1,6	3	+
3 1/2	60	Красный свет	7	3,1	0,5	2,8	3,6	3,0	1,5	Сп. р. ¹	10	
4	37	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,3	3,3	3,0	1,5	1,3	10	
4 1/2	74	Звук 7 герц	8	2,5	0,5	2,6	2,3	1,5	0,5	Нет	Нет	
3 1/2	61	Красный свет	7	3,8	0,3	3,6	2,5	2,8	1,0	Сп. р.	12	

¹ Сп. р.— «спонтанная» реакция, наблюдаемая в фоне.

Из табл. 21 видно, что в 3 исследованиях (17, 25, 31) повысились условные рефлексы, их силовые отношения стали соответствовать силе условного раздражителя.

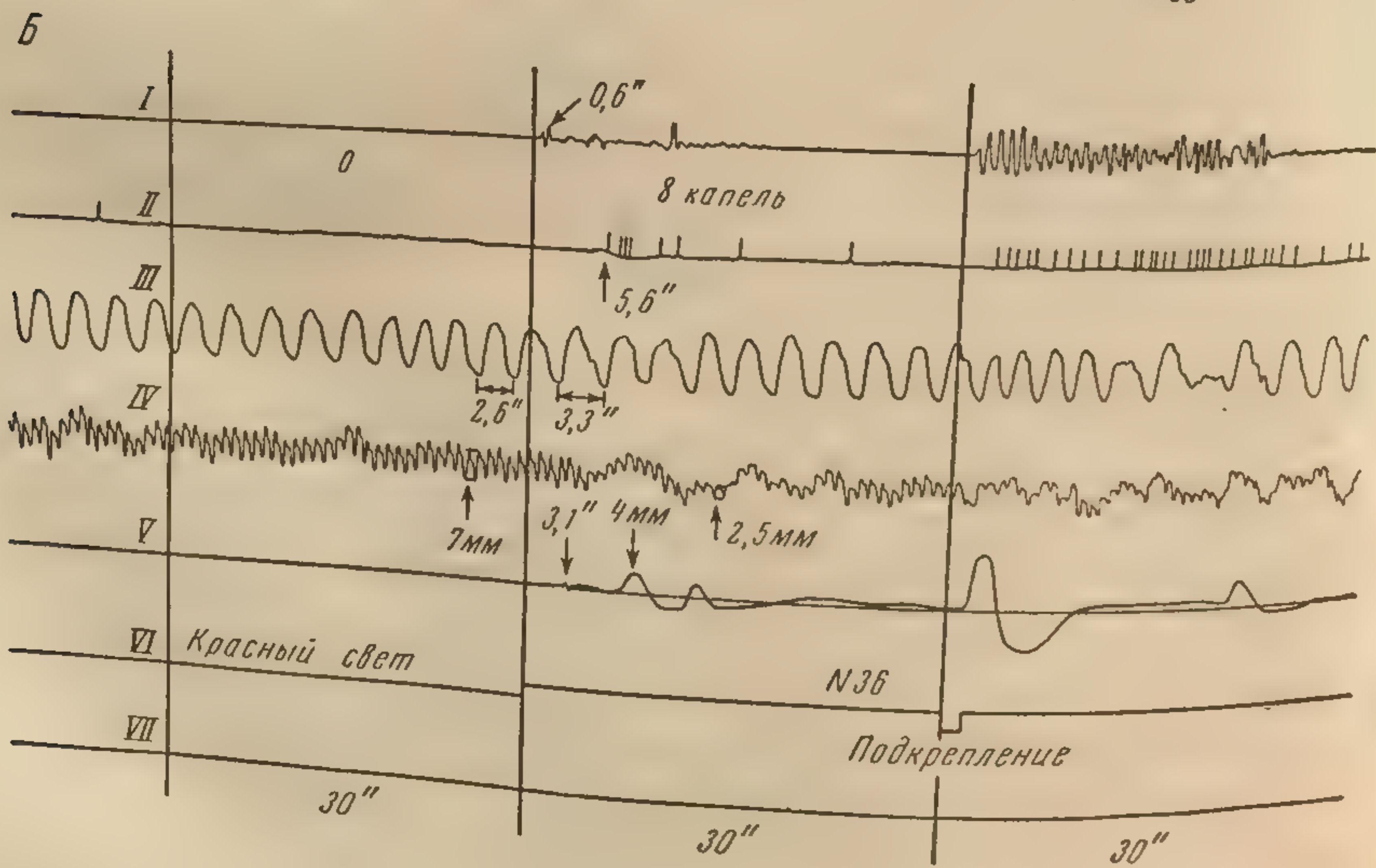
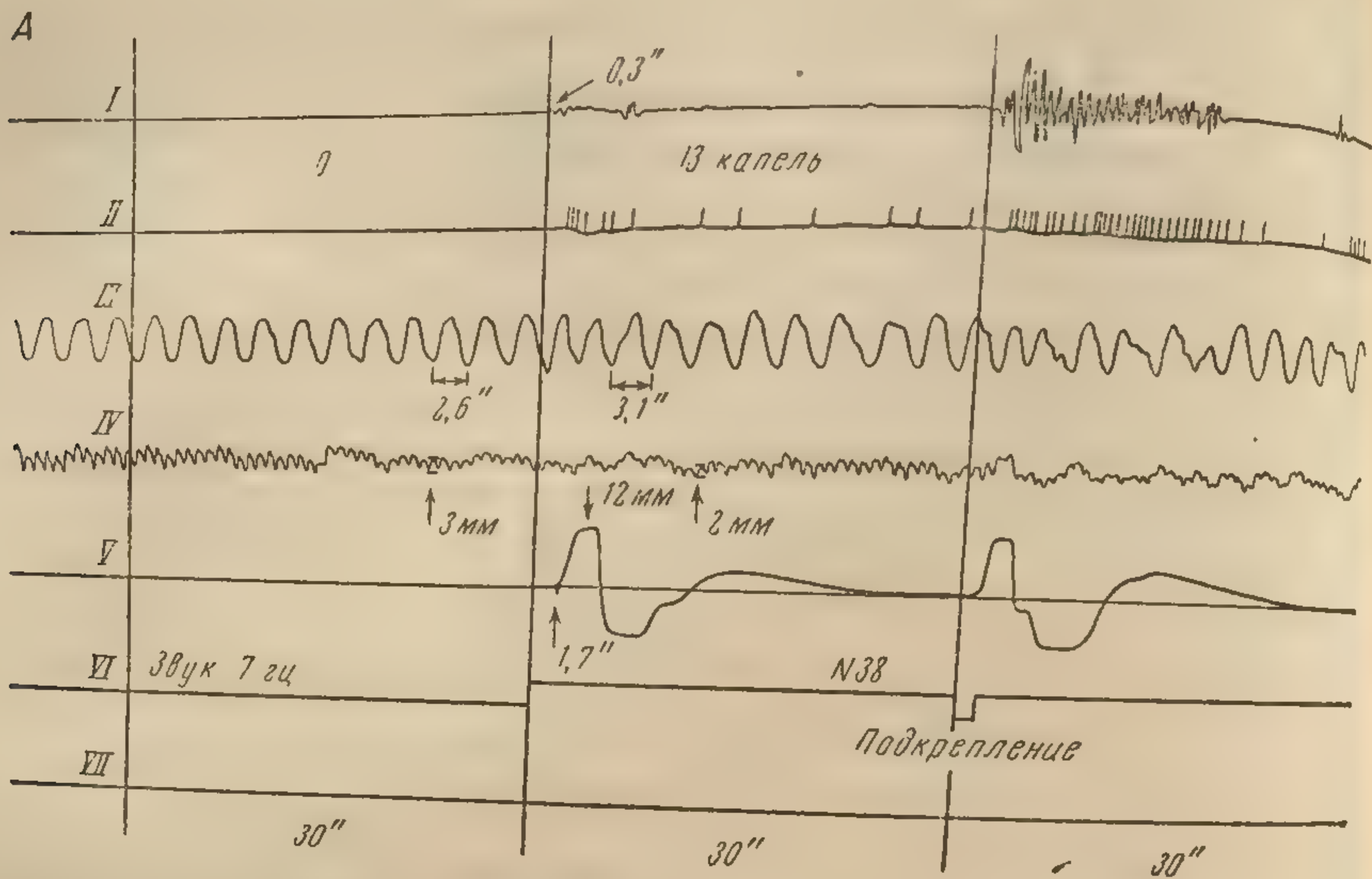
В опыте 17 (рис. 74) после умственной работы и последующего действия холодого агента на сильный условный раздражитель выделилось 13 капель условнорефлекторной слюны на фоне промежуточной секреции 0 капель. Кожно-гальванический компонент, отсутствовавший у этой девочки после занятий, в данном опыте выражен очень хорошо: скрытый период кожно-гальванической реакции 1,7 секунды, ее амплитуда максимальная (для пистика аппарата)—12 мм. Сосудистый компонент тоже отчетливый как на условный, так и на безусловный пище-

вой раздражитель. Дыхательный компонент выражен менее отчетливо, хотя и имеется замедление периода дыхания с 2,6 до 3,1 секунды (рис. 74, А). На слабый раздражитель выделилось 8 капель условной слюны. Соответственно кожно-гальванический компонент выражен слабее: его скрытый период 3,1 секунды, а амплитуда 4 мм. На безусловный раздражитель кожно-гальваническая реакция имеет более короткий скрытый период и большую амплитуду (рис. 74, Б). Сосудистый компонент выражен отчетливо (амплитуда плетизмограммы уменьшилась с 7 до 2 мм). Дыхательный компонент выражен менее отчетливо (период дыхания замедлился с 2,6 до 3,3 секунды). При действии дифференцировочного раздражителя (рис. 74, В) выделилась всего одна капля слюны со скрытым периодом 23,6 секунды при фоне промежуточной секреции 3 капли. Вегетативные компоненты на тормозной раздражитель не выражены.

В исследовании 31 (рис. 75) у этой девочки после действия холодого агента также имеется полное соблюдение «закона силы»: 9 капель — на сильный раздражитель, 7 капель — на слабый раздражитель и 0 капель — на дифференцировку. Вегетативные компоненты выражены отчетливо. Правда, в начале исследования сразу же после действия холода кожно-гальваническая реакция имеет умеренную амплитуду, а через 30 минут в конце исследования эта реакция стала бурной, появилась «спонтанная» кожно-гальваническая реакция. Дальнейший анализ рефлекторного действия холодого агента (см. главу X) показал, что его действие вызывает изменение уровня биологически активных веществ во внутренней среде организма ребенка. Возможно, что постепенное нарастание тонуса подкорковых реакций связано именно с изменением уровня адреналиноподобных веществ и ацетилхолина, непосредственно действующих на синаптические системы ретикулярной формации среднего мозга (см. главы VI—VII).

Необходимо заметить, что обычно между действием холодого агента и началом исследования проходит около 8—10 минут — время, необходимое на укрепление всех датчиков для регистрации 5 эффекторных реакций.

Другой ребенок, исследование которого мы рассмотрим для выявления влияния холодого агента на корково-подкорковые взаимоотношения, — хорошо нам знакомая по материалам IV главы Таня Ц. Ее высшая нервная деятельность после занятий характеризовалась (см. табл. 11, рис. 23—25) парадоксальной и уравнительной тормозными фазами в коре больших полушарий, сопровождавшимися значительным торможением подкорковых образований: это выражалось полным или значительным торможением кожно-гальванического компонента, определенным угнетением дыхательного компонента и неустойчивостью сосудистой реакции («спонтанные» колебания плетизмограммы).



B

Рис. 7
ствени
А — зв
ция;

Время между
раздражениями
в минутах

4
4
5 1/2
1 1/2
4 1/2

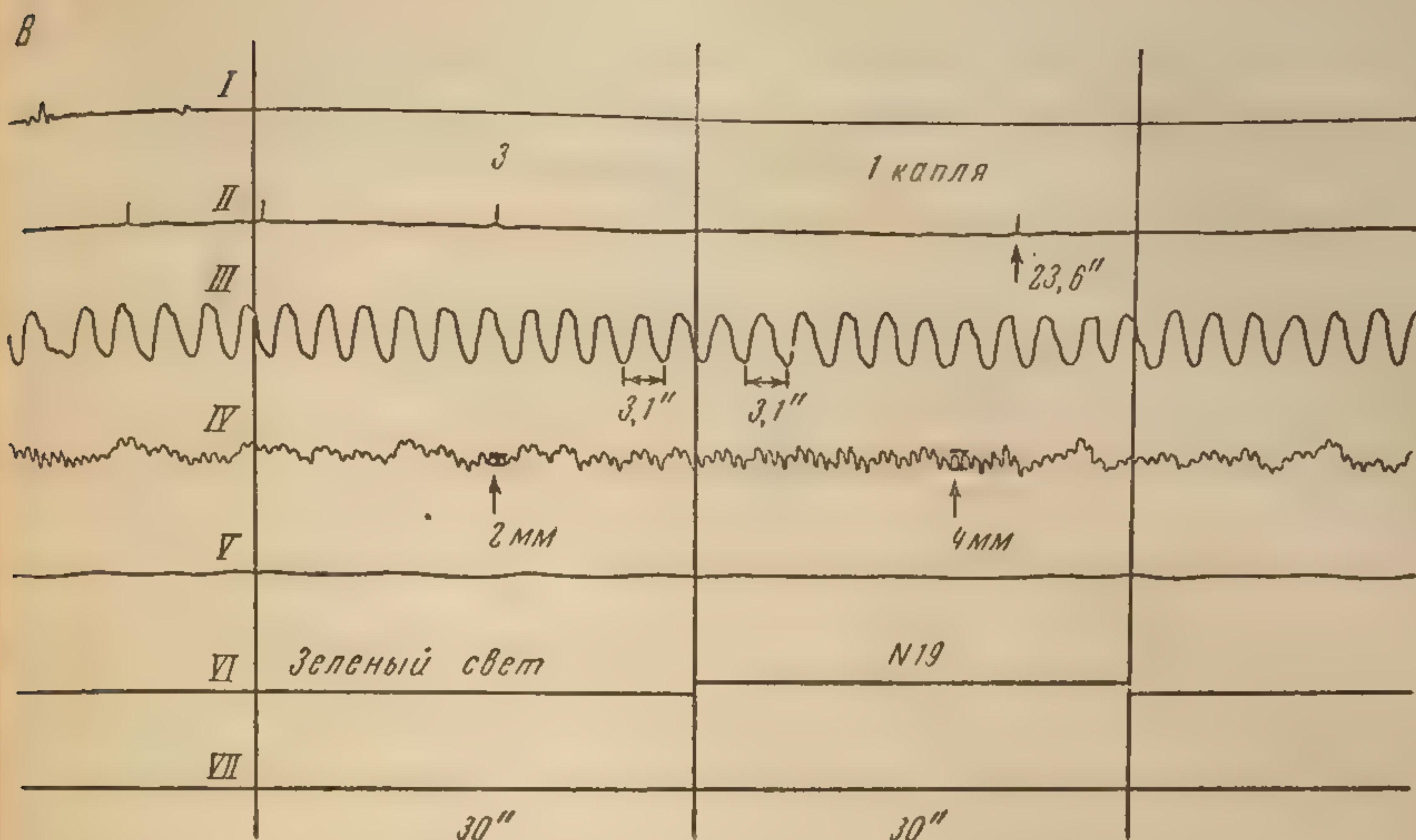
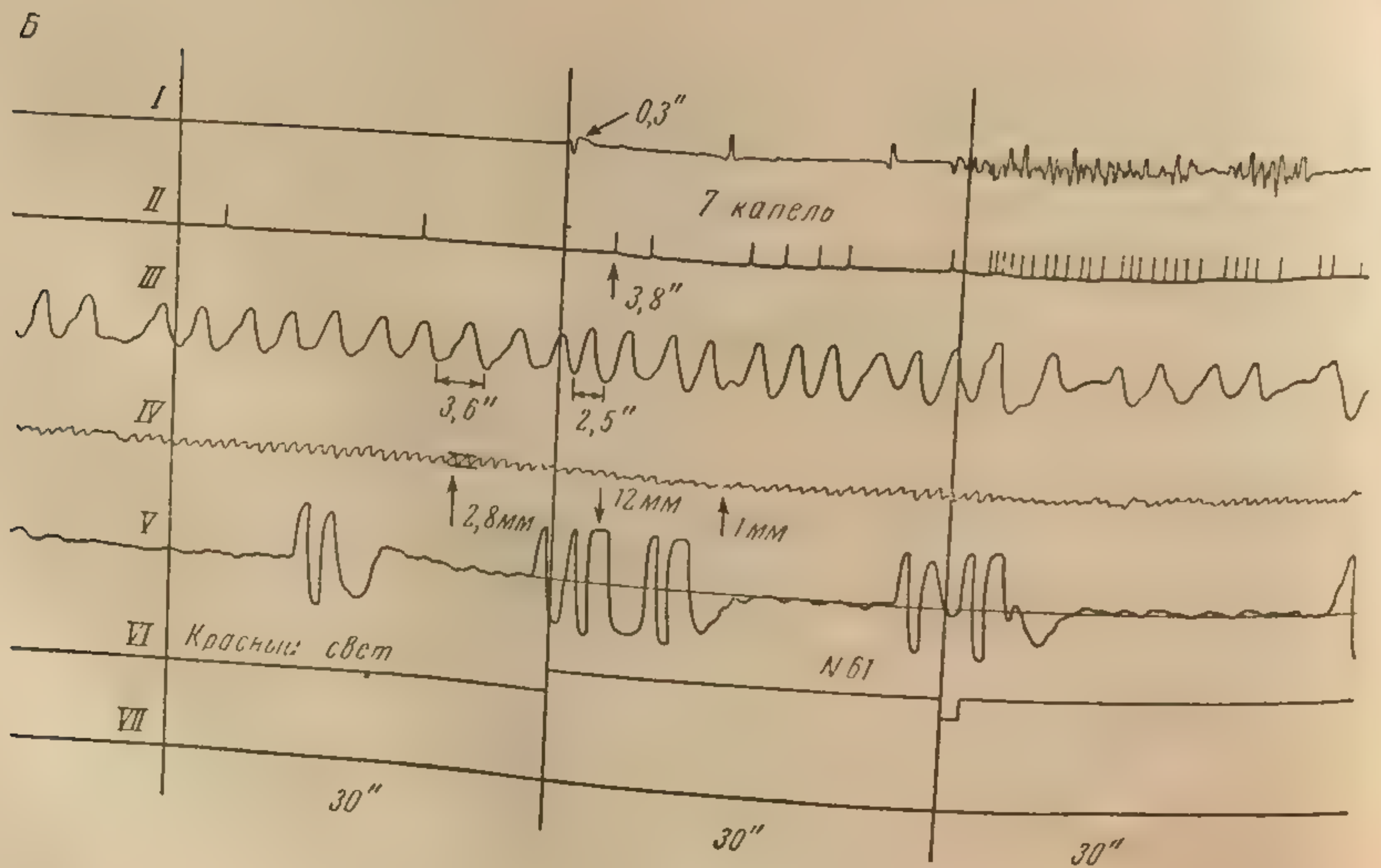
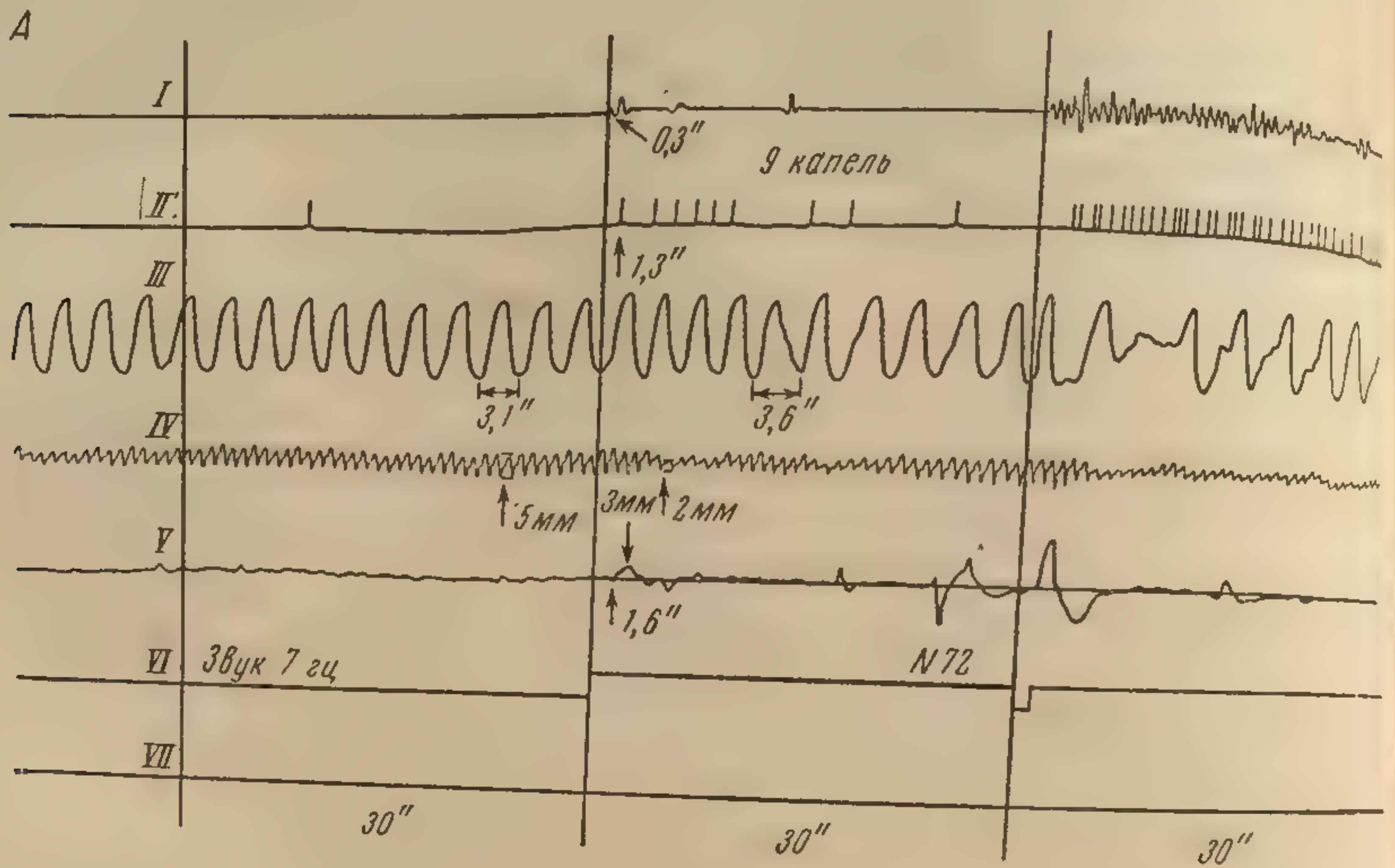


Рис. 74. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Л. после умственной работы в классе и воздействия холодного агента (опыт 17, 10/III 1961 г.). А — звуковые щелчки частотой 7 гц; Б — красный свет; В — зеленый свет. I — двигательная реакция; II — секреция; III — дыхание; IV — плетизмограмма; V — кожно-гальванический рефлекс (КГР); VI — условный раздражитель и подкрепление; VII — время 30 секунд.

Таблица 22

Протоколы исследований Тани Ц., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно- отделение за 30 секунд в каплях	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмо- граммы в мм		Кожно-галь- ваническая реакция		Подкрепление
				секретор- ного	двигатель- ного	при раз- дражении	до раздра- жения	при раз- дражении	до раздра- жения	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 20, 14/XII 1960 г., начало 14 часов 10 минут (после действия холодового агента)												
4	48	Звук 7 герц	9	2,6	0,3	3,3	5,3	8	4	Сп. р.	12	+
4	45	Красный свет	6	3,0	0,3	4,1	7,0	10	5	1,5	10	+
5 ¹ / ₂	26	Зеленый »	1	26,6	20,3	4,5	5,3	4	4	Нет	Нет	0
1 ¹ / ₂	49	Звук 7 герц	6	5,5	0,5	4,0	7,0	2,5	1	1,6	12	+
4 ¹ / ₂	46	Красный свет	4	4,0	0,4	4,0	4,6	2	2	1,3	12	+



В

Рис. 2
после

что
мич
на э
диф
ция
На
лас
свет
По
рис
пер
ляе
сейч
разд
го

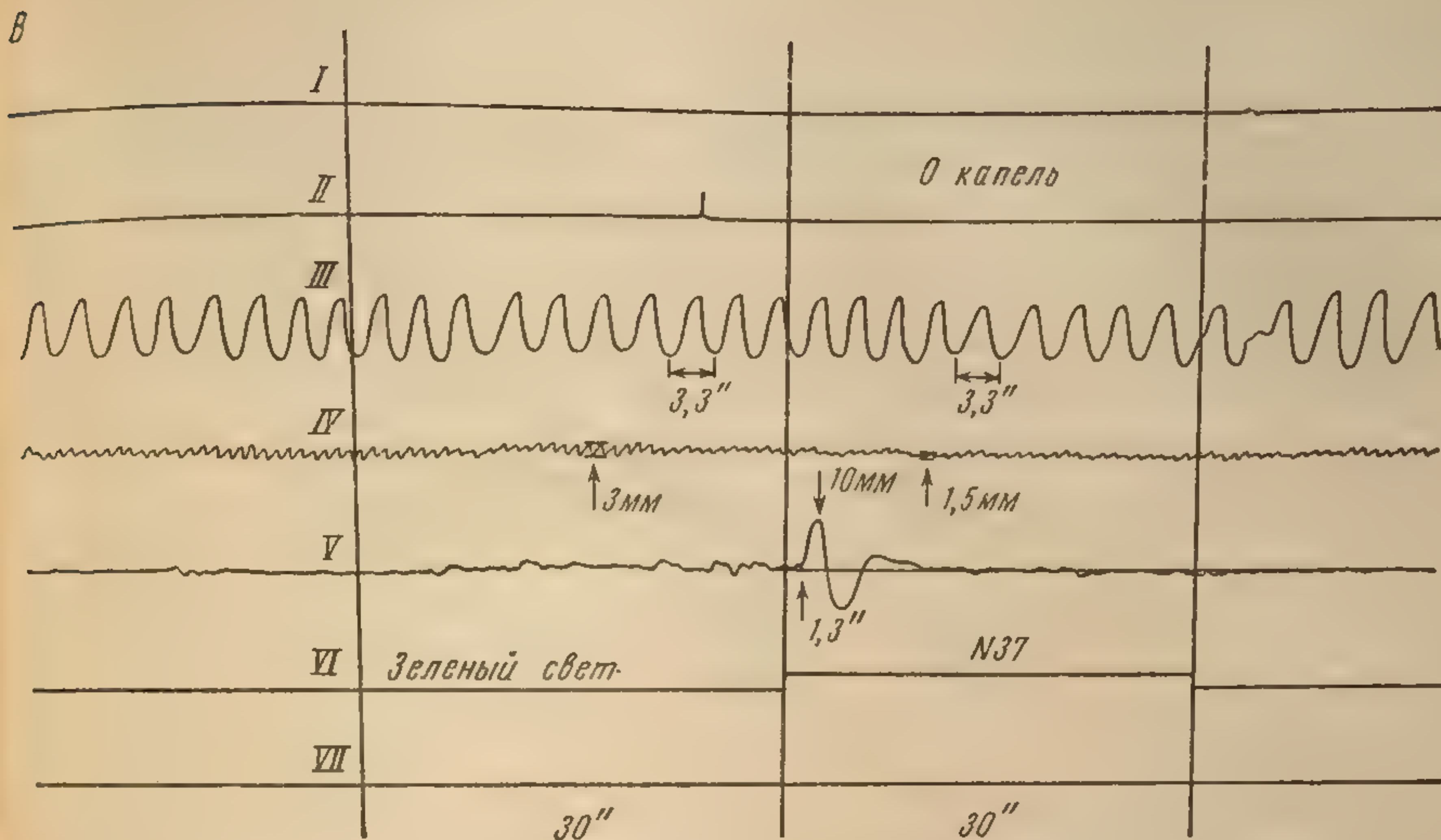


Рис. 75. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Л., 14 лет, после умственной работы в классе и воздействия холодового агента (опыт 31, 21/IX 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

После же действия холодового агента (см. табл. 22, рис. 76) видно, что у Тани Ц. условные секреторные рефлексy, характеризующие динамический стереотип, повысились и стали соответствовать «закону силы»: на звук выделилось 9 капель условной слюны, на красный свет — 6, на дифференцировку (зеленый свет) — одна капля. Произошла нормализация высшей нервной деятельности на корковом и подкорковом уровне. На звук № 48 появилась бурная кожно-гальваническая реакция, имелась также «спонтанная» кожно-гальваническая реакция, на красный свет № 45 — выраженная кожно-гальваническая реакция (рис. 76, А, Б). По сравнению с соответствующей реакцией при утомлении (см. рис. 25, Б), когда кожно-гальваническая реакция была 1 мм со скрытым периодом 3 секунды, сейчас у Тани Ц. (рис. 76, Б) эта реакция составляет 10 мм со скрытым периодом 1,6 секунды. Дыхательный компонент сейчас также выражен отчетливо (замедление ритма дыхания) на все раздражения. Сосудистый компонент стал лучше выражен (до условного раздражения амплитуда плетизмограммы была 8 мм, после — 4 мм),

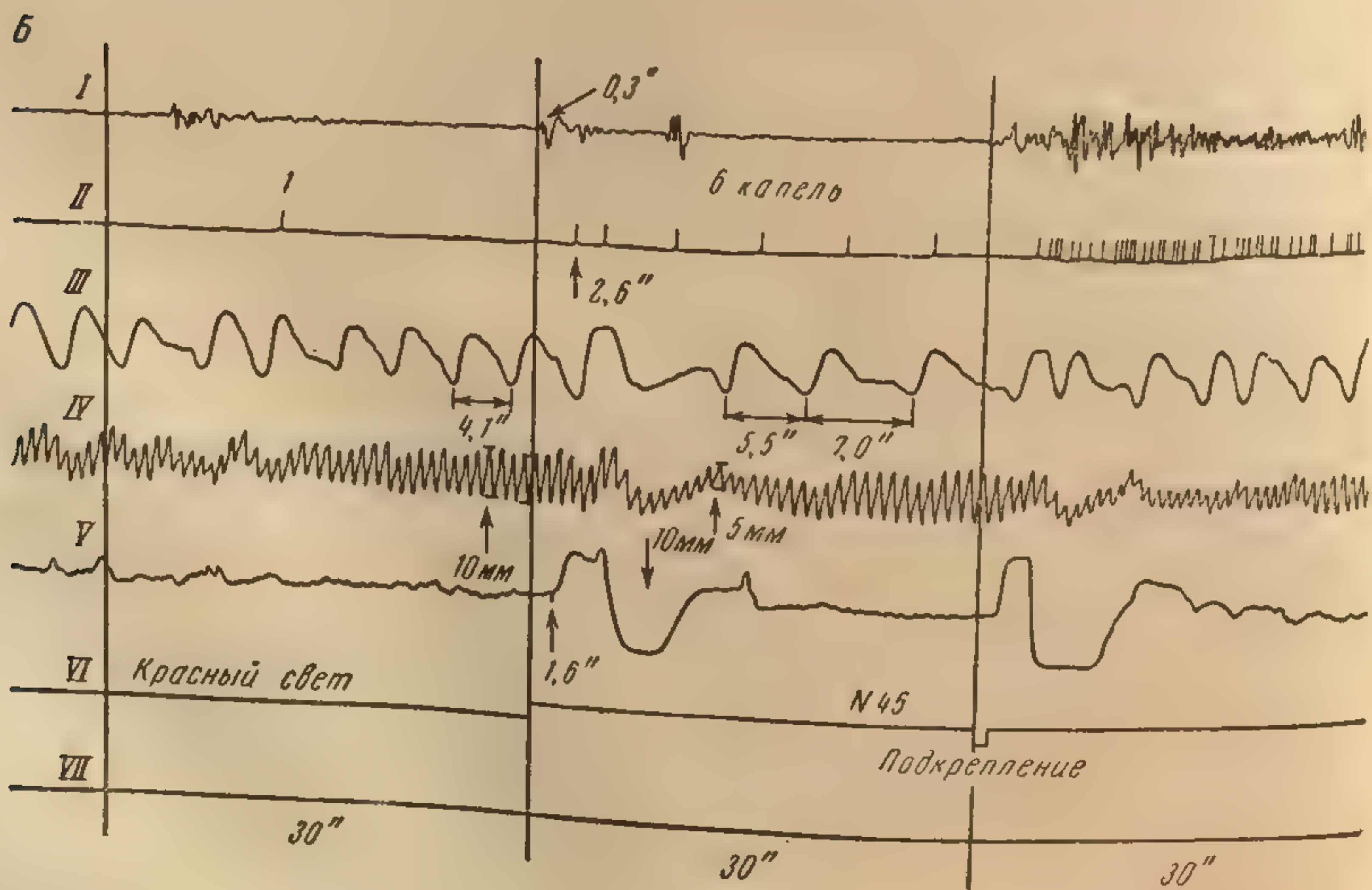
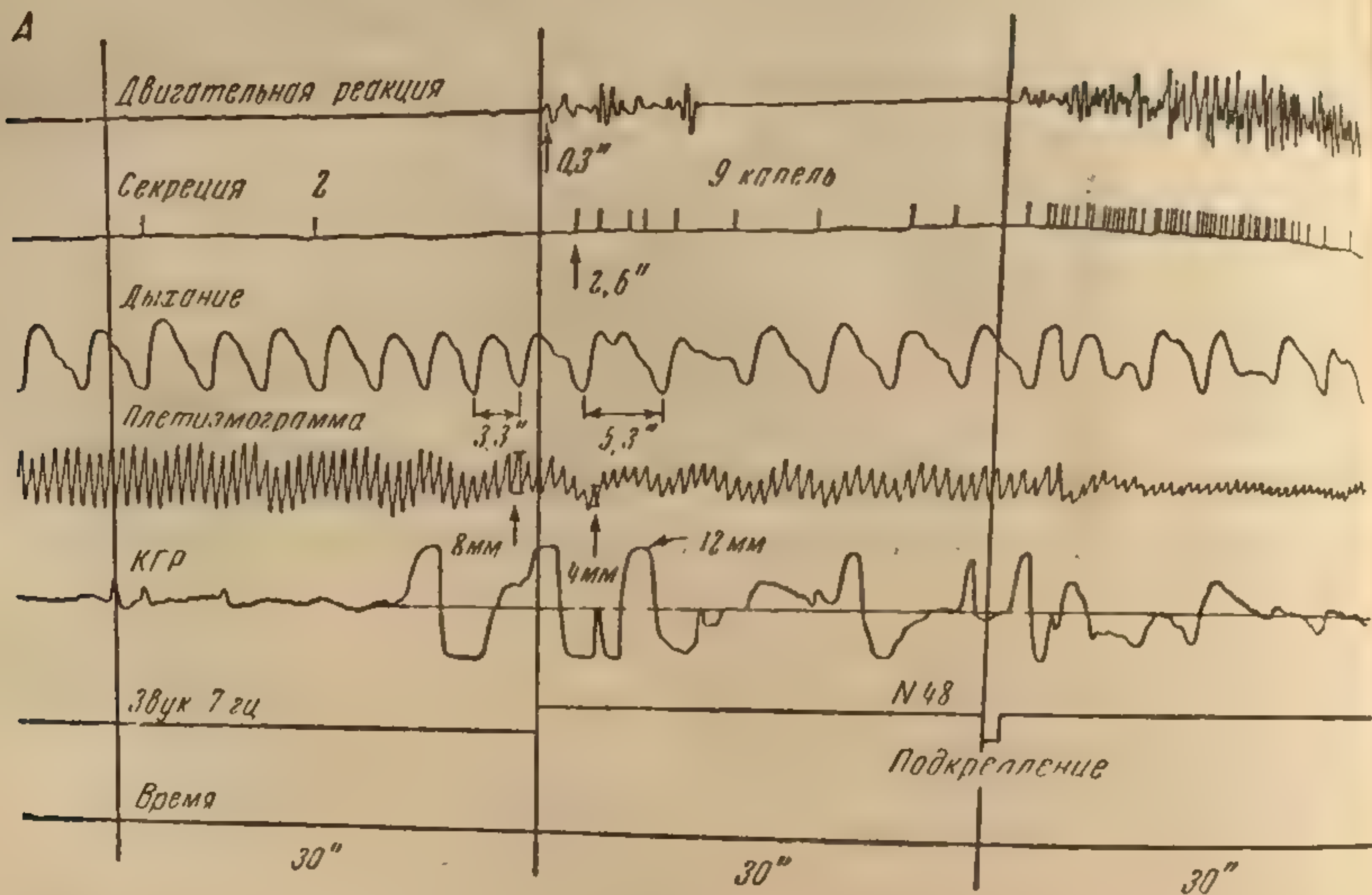


Рис. 76
ственно

резко
свиде
тону
голо
пенн
тудь
каль
шем
та. I
буд
раз.
Рит
эмо

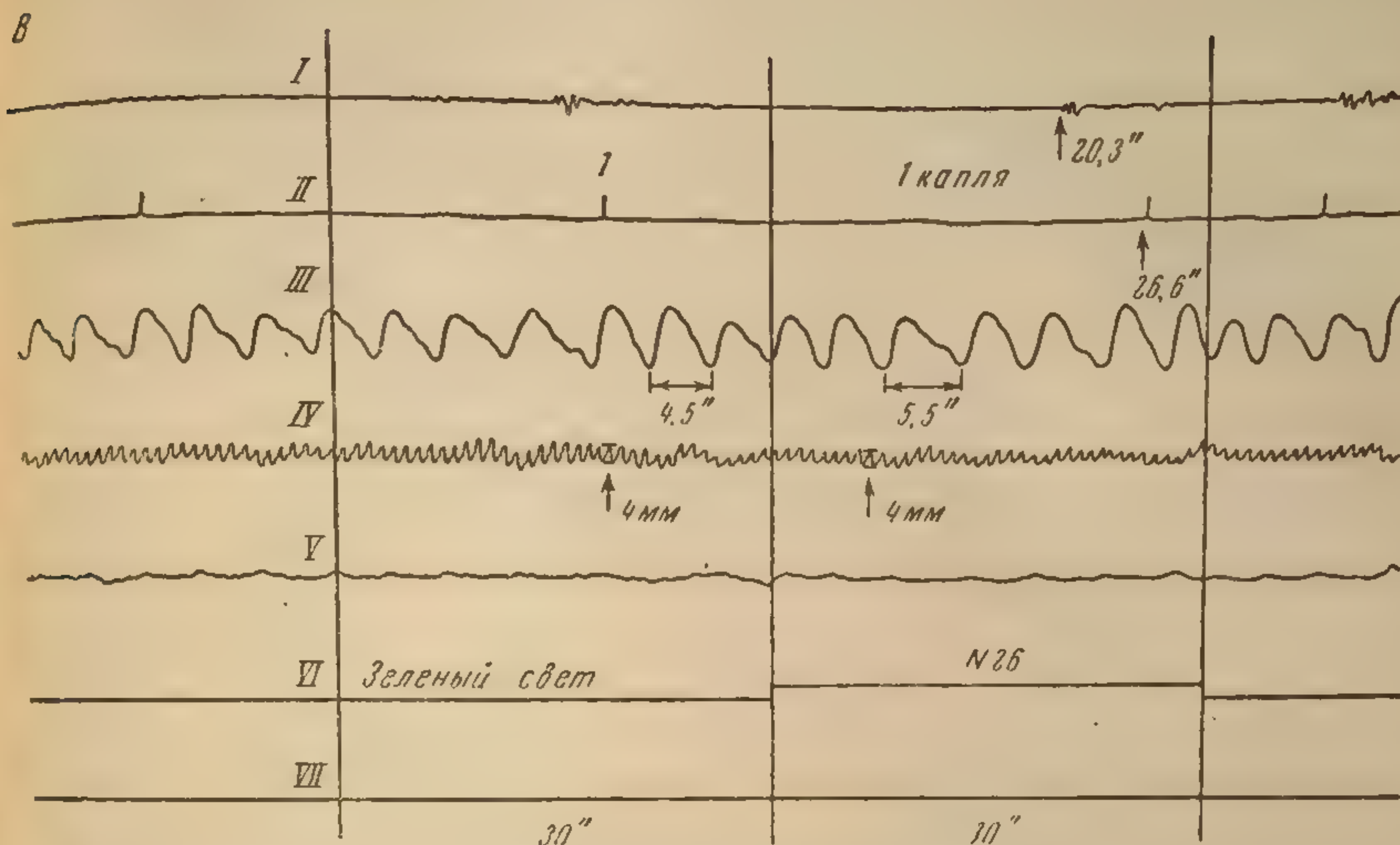


Рис. 76. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Ц. после умственной работы в классе и воздействия холодового агента (опыт 20, 14/XII 1960 г.).
Обозначения те же, что на рис. 74.

резко уменьшились «спонтанные» колебания просвета сосудов. Все это свидетельствует о восстановлении оптимальной возбудимости коры и тонуса подкорковых образований, в том числе ретикулярной формации головного мозга.

На кимограммах (см. рис. 76) обращает на себя внимание постепенно прогрессирующее по мере продолжения опыта уменьшение амплитуды сосудистой реакции.

Учитывая, что фотоэлектрический датчик плетизмограммы дает зеркальное отражение объемного пульса, следует говорить о прогрессирующем расширении пальцевых сосудов после применения холодового агента. На анализе этого явления мы остановимся в следующей главе, когда будем обсуждать физиологическое действие так называемых стрессовых раздражителей.

Рассмотрим действие на утомленный мозг холодового агента у Риты Г., 13 лет. Знакомясь с этой девочкой в IV главе, мы отмечали ее эмоциональную вялость, флегматичность. Высшая нервная деятельность

Протокол исследования Риты Г., 13 лет

Таблица 23

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
6	57	Звук 7 герц	9	2,8	0,2	3,1	2,1	8,0	2	1,3	10	+
5	40	Красный свет	7	3,0	0,3	3,3	2,1	4,5	1	1,6	8	+
2	21	Зеленый »	3	18,3	Нет	3,8	4,0	3,0	1	Сп. р.	7	0
3 1/2	58	Звук 7 герц	9	1,8	0,2	3,0	3,3	3,0	1	1,0	10	+

Исследование 23, 26/V 1961 г., начало 13 часов 55 минут
(после действия холодового агента)

ее характеризовалась наличием тормозных уравнительных фаз с величиной положительных рефлексов 1—2 капли (см. табл. 10, исследования 11, 17, 18, рис. 19, 21, 22). Угнетение подкорковых центров выражалось в полном торможении неспецифической кожно-гальванической реакции (рис. 20, 21, 22) или крайней ее незначительностью (1,5 мм, см. рис. 19, А; 1 мм, см. рис. 22, А) на сильный условный и безусловный раздражители, в угнетении неспецифической сосудистой реакции (см. рис. 20, 21). При этом отмечались различные интенсивности и экстенсивности тормозных фаз в коре, их колебания от исследования к исследованию, различные степени понижений возбудимости сосудистого и дыхательного центров, а также ретикулярной формации мозгового ствола, что проявлялось в различных, иногда избирательных формах угнетения неспецифических реакций этих нервных образований в ответ на условный и безусловный пищевой раздражители.

После же действия холодового агента у Риты Г. исчезли тормозные уравнительные фазы в коре головного мозга и восстановилась оптимальная возбудимость. Условные рефлексы повысились и стали соответствовать «закону силы»: на сильный раздражитель выделилось 9 капель условной слюны, на слабый раздражитель — 7, на дифференцировку — 3 капли (см. табл. 23). Угнетенная при утомлении кожно-гальваническая реакция восстановилась и достигла 10 мм в ответ на сильный условный раздражитель, 8 мм — на слабый, 7 мм — на дифференцировку, одновременно появилась многократная «спонтанная» кожно-гальваническая реакция (рис. 77, А—В). Если при утомлении дыхательный компонент выражался в замедлении частоты дыхания (см. рис. 19, 21,

22), то после действия холодого агента он стал выражаться убыстрением частоты дыхания за период с 3,1 до 2,1 секунды (рис. 77, А) и с 3,3 до 2,1 секунды (рис. 77, Б). Сосудистый компонент стал весьма отчетливым: с 8 до 2 мм — на сильный сигнал, с 4,5 до 1 мм — на слабый сигнал (см. рис. 77), вместе с тем отмечались «спонтанные» колебания возбудимости сосудистой реакции.

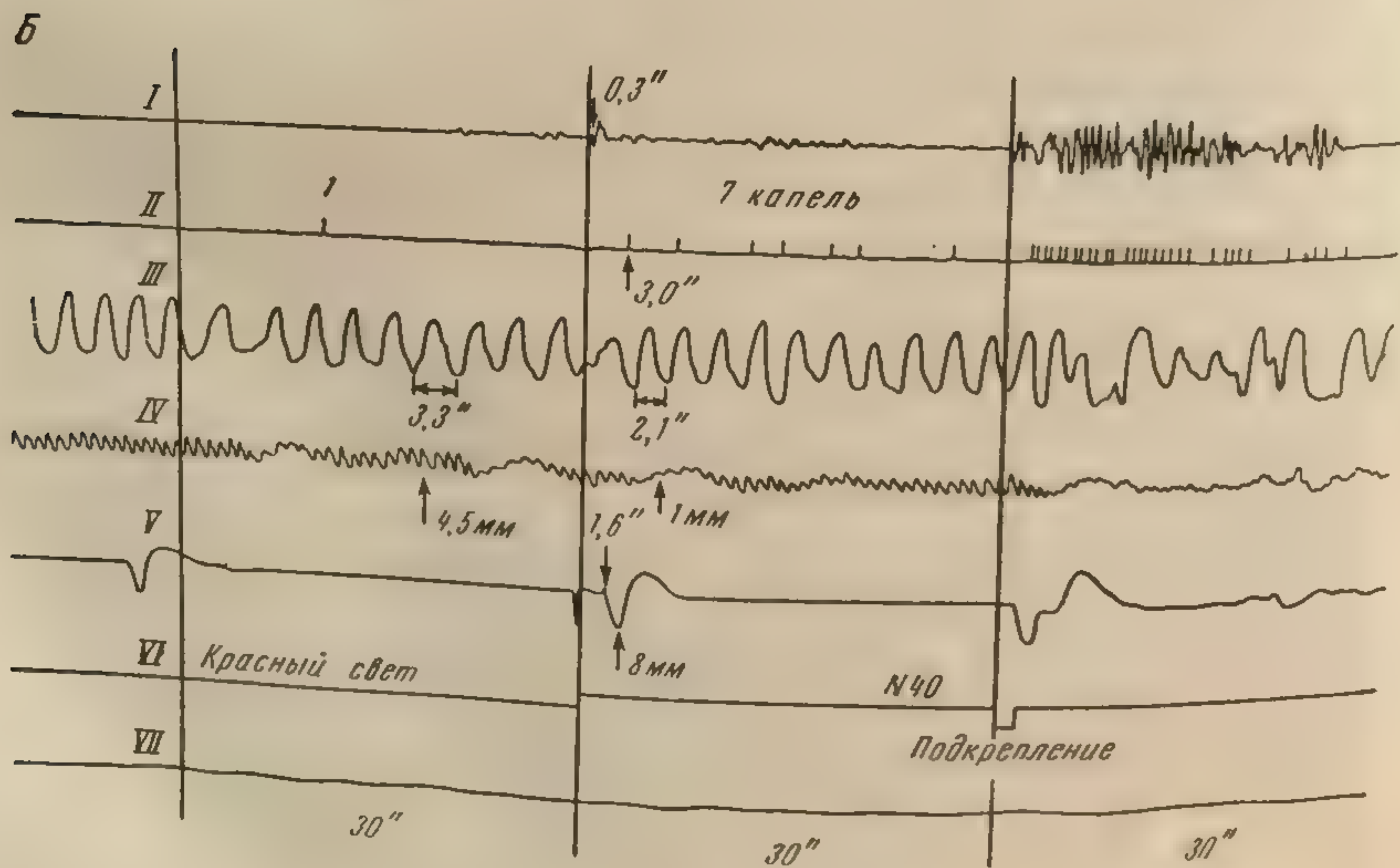
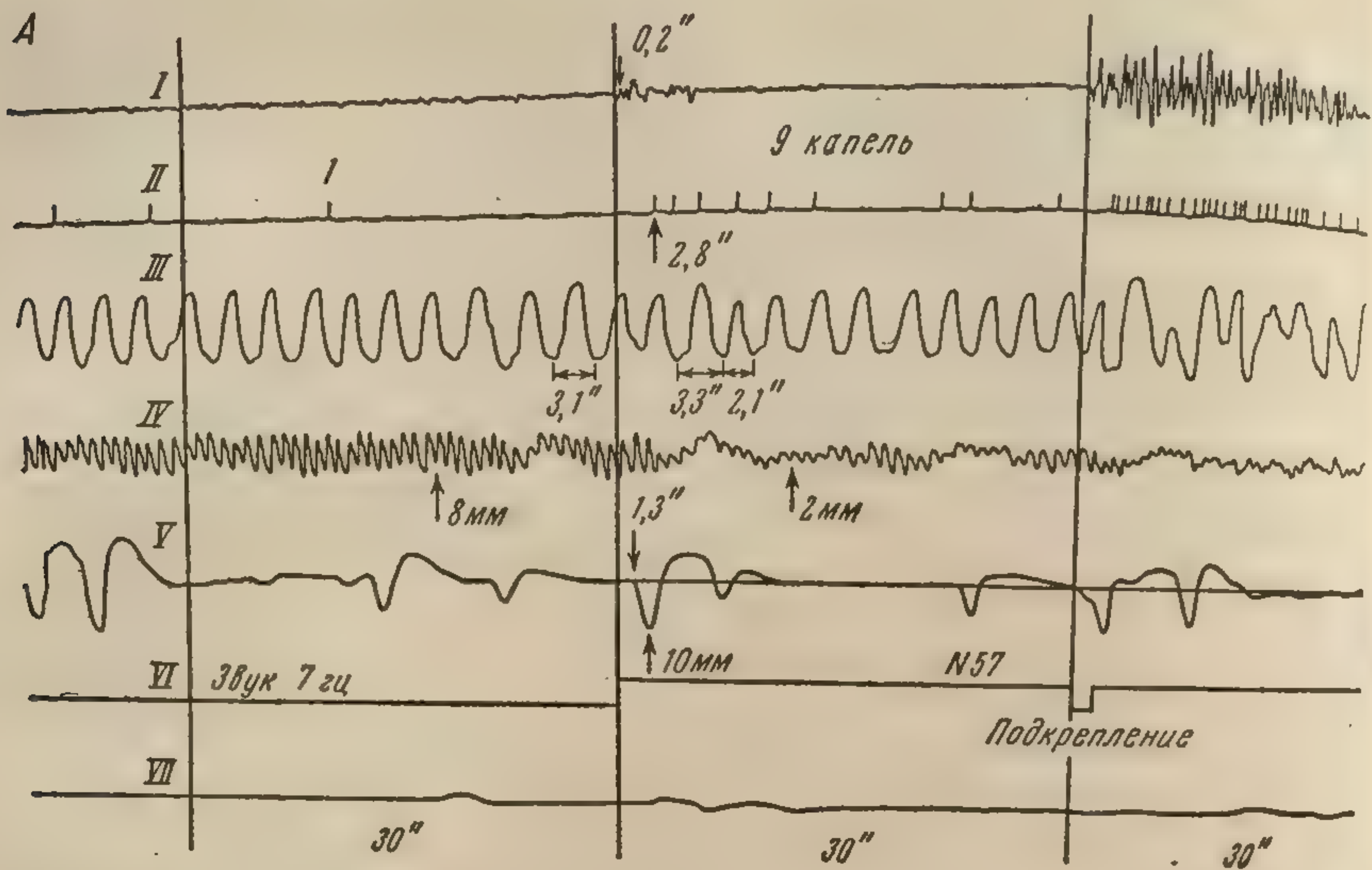
Приводим протокол и кимограммы исследования Риты Г. после утомления и действия холодого агента (табл. 23, рис. 77).

Не менее интересные сдвиги вызвало действие холодого агента на утомленный занятиями мозг у Толи М., 12 лет. У этого мальчика, исследования которого мы рассматривали в IV главе (см. табл. 12, рис. 26, 27), при умственном утомлении в коре развивались парадоксальные фазы возбудимости, сопровождающиеся угнетением кожно-гальванической реакции или полностью (см. рис. 27, А) или частично — до 1—3 мм (см. рис. 26, А, Б; 27, Б, В), определенным угнетением сосудистого и дыхательного центров (см. рис. 26).

После действия холодого агента восстановилась оптимальная возбудимость коры больших полушарий, условные рефлексы повысились и стали соответствовать «закону силы»: на сильный условный раздражитель выделилось 10 капель условной слюны, на слабый — 8, на тормозной — одна капля (см. табл. 24). Повысился тонус ретикулярной формации среднего мозга, что сопровождалось бурной неспецифической кожно-гальванической реакцией на условный и безусловный раздражители. При этом на сильный сигнал появилась кожно-гальваническая реакция с амплитудой 10 мм, а на слабый — 8 мм, на тормозной — 4 мм, отмечалась также и умеренная «спонтанная» кожно-гальваническая реакция (рис. 78). Повысился тонус и сосудистого центра: изменение амплитуды плетизмограммы на условный сильный и слабый раздражители было соответственно 16 и 3,5 мм, 12 и 4 мм (рис. 78, А, Б). Повышение тонуса дыхательного центра особенно заметно было при безусловном подкреплении (дыхание резко учащалось и теряло правильный ритм) (рис. 78, А—Б).

Приводим протокол и кимограммы этого исследования Толи М. (табл. 24, рис. 78).

Специальный интерес представляет исследование Славы Т., 14 лет. Как мы видели в IV главе (см. табл. 13, рис. 28, 29), у Славы наблюдались тормозные уравнивательные фазы в коре больших полушарий, подкорковые центры также были угнетены: полностью отсутствовала кожно-гальваническая реакция на условные и безусловные пищевые раздражители, фактически отсутствовали также сосудистые и дыхательные компоненты пищевых реакций. Рассмотрим действие холодого агента у этого мальчика. Приводим протоколы двух исследований (табл. 25, рис. 79).



B

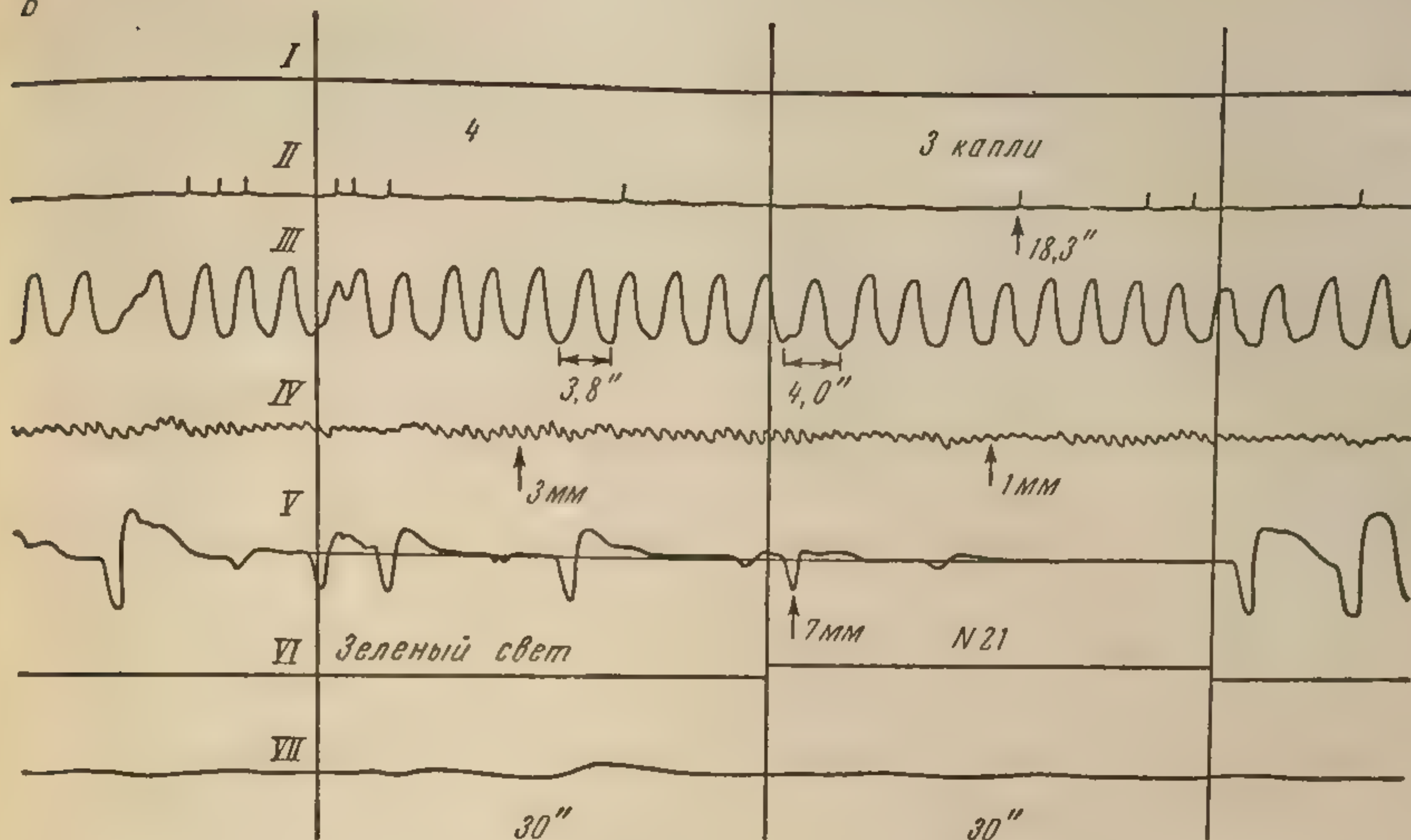


Рис. 77. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Риты Г., 13 лет, после умственной работы в классе и воздействия холодного агента (опыт 23, 26/V 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

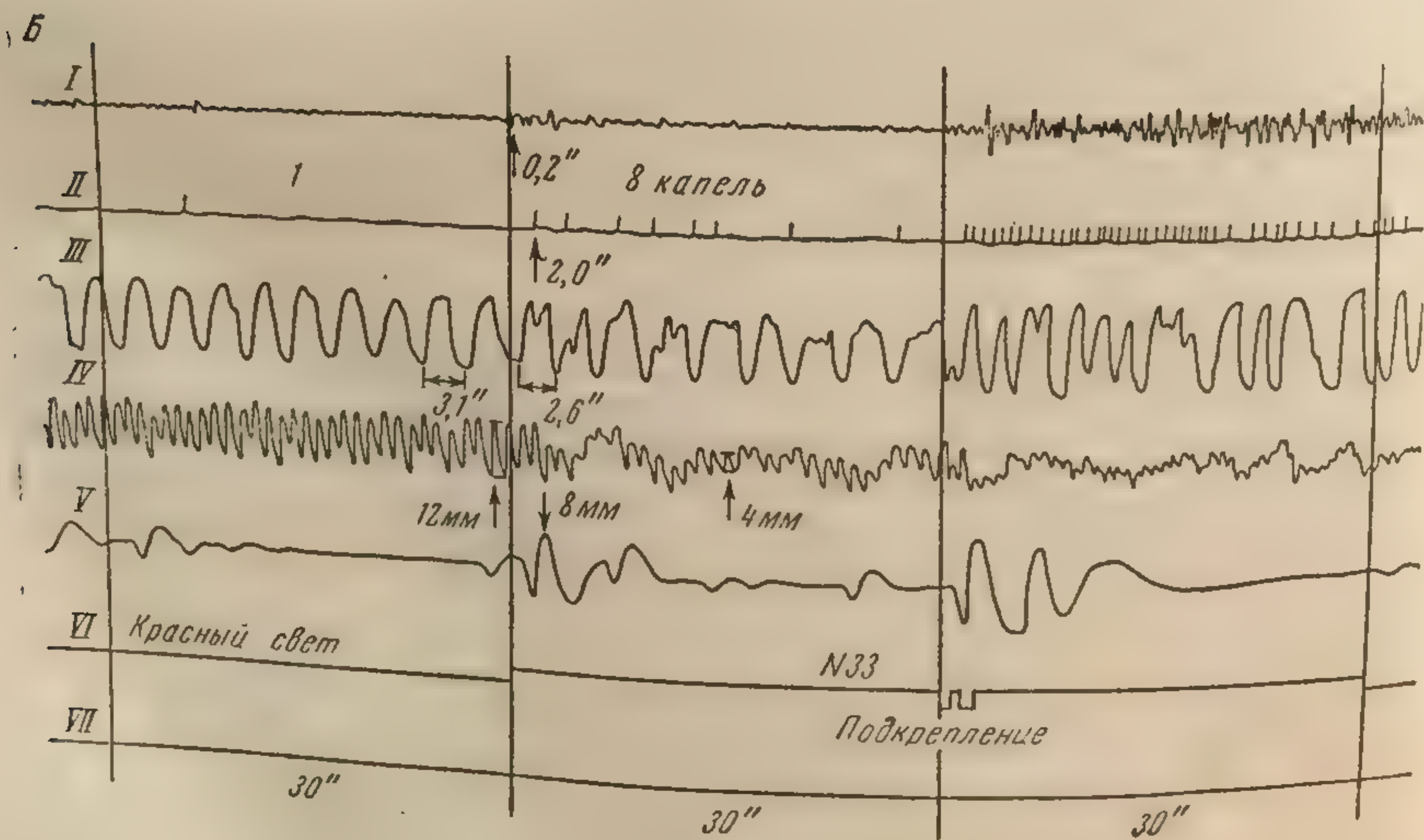
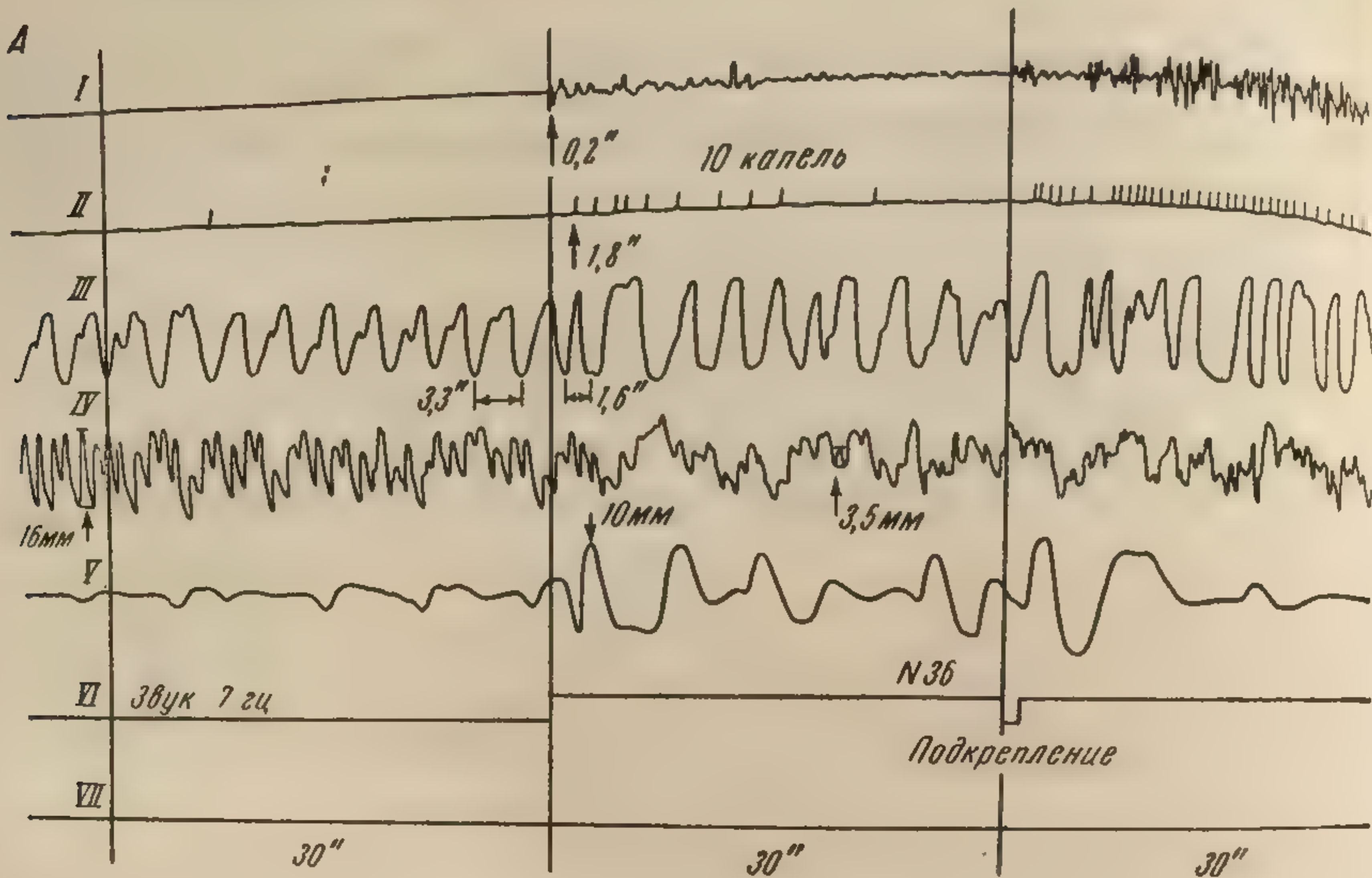
Таблица 24

Протокол исследования Толи М., 12 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение за 30 секунд в каплях	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 17, 12/V 1961 г., начало 13 часов 51 минута
(после действия холодного агента)

4	36	Звук 7 герц	10	1,8	0,2	3,3	1,6	16	3,5	Сп. р.	10	+
5	33	Красный свет	8	2,0	0,2	3,1	2,6	12	4,0	Сп. р.	8	+
2	18	Зеленый »	1	16,3	Нет	3,0	3,0	6	4,0	1,6	4	0



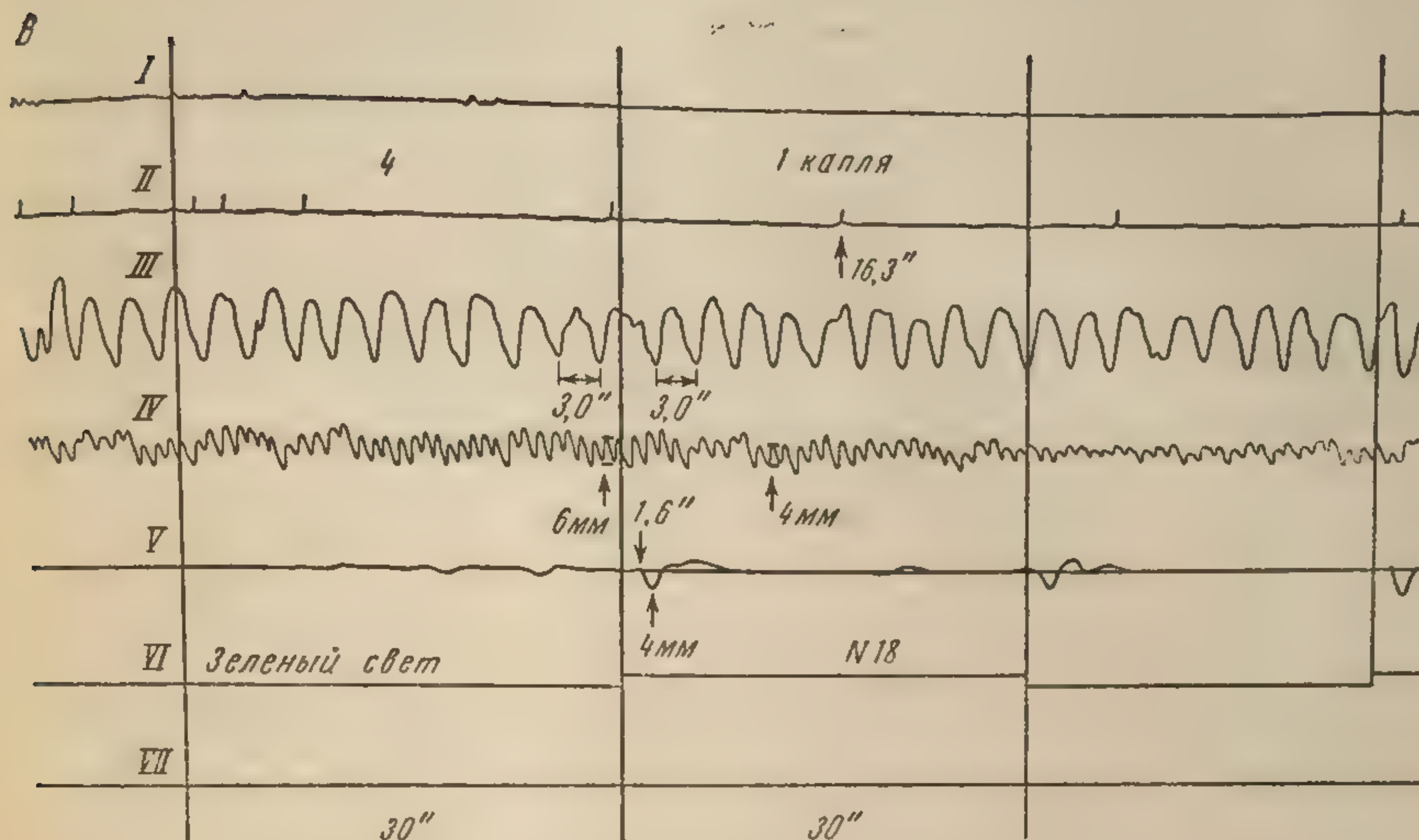
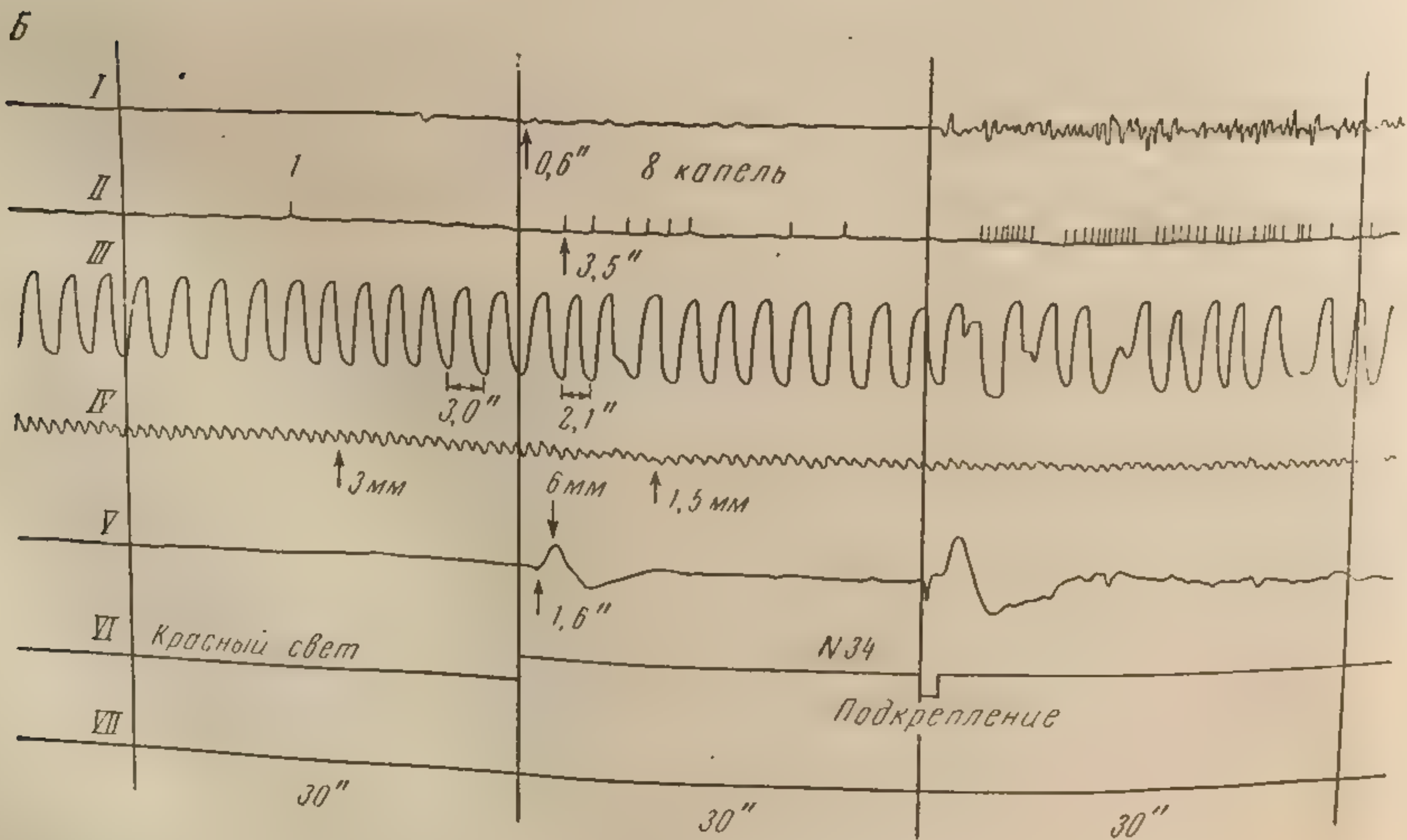
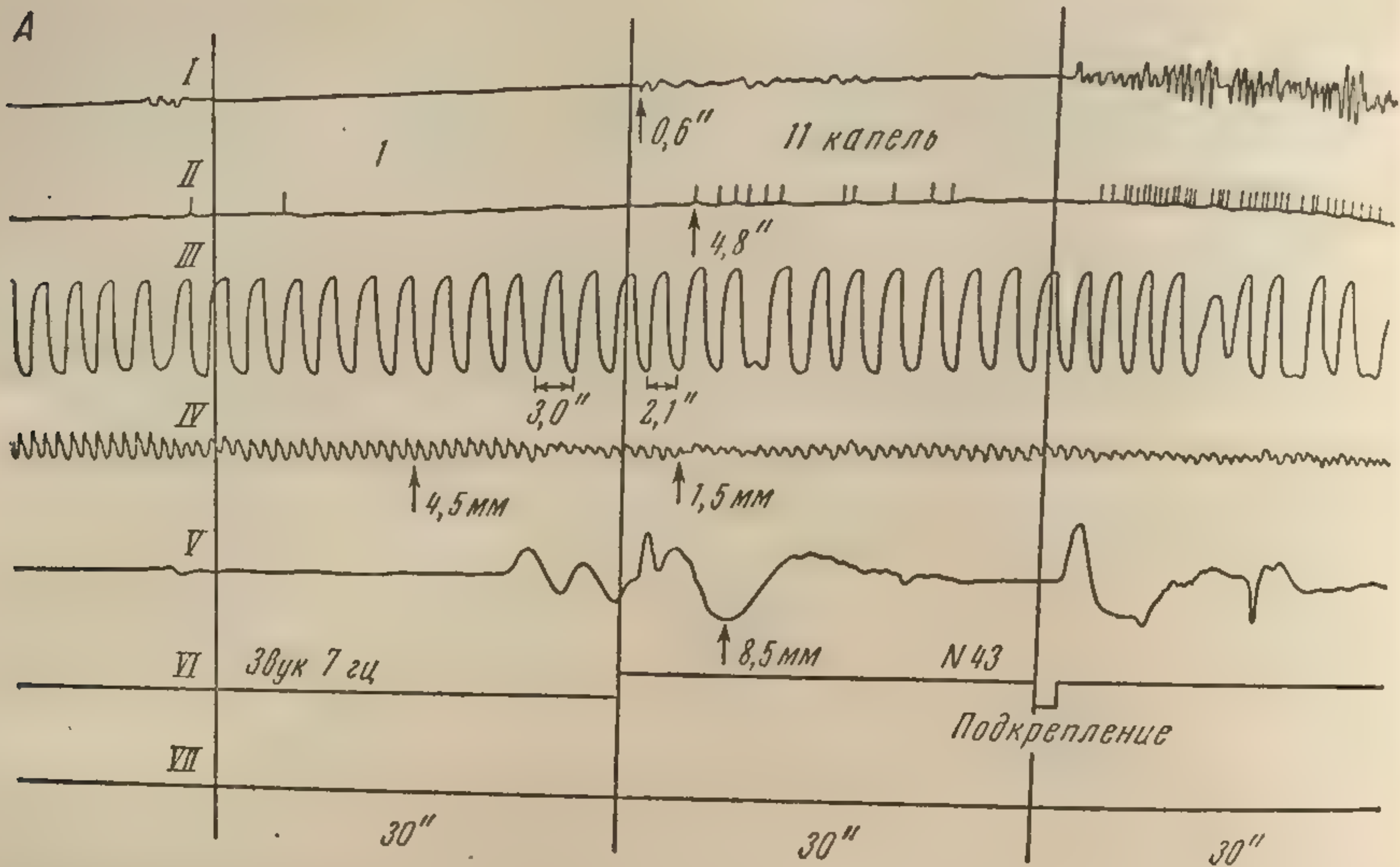


Рис. 78. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Толи М., 12 лет, после умственной работы в классе и воздействия холодового агента (опыт 17, 12/V 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

Из табл. 25 видно, что в двух исследованиях после занятий в классе холодовой агент полностью снял фазовые состояния возбудимости и восстановил в коре головного мозга оптимальную возбудимость. На сильный сигнал выделился 8 капель условной слюны, на слабый — 5, на тормозной — одна капля (исследование 15). В другом исследовании на сильный сигнал выделилось 11 капель, а на слабый 8 и 7, на дифференцировку — 0 капель. Восстановилась отсутствующая ранее неспецифическая кожно-гальваническая реакция на условный и безусловный пищевые раздражители: на сильный сигнал с амплитудой 8,5 мм, на слабый — 6 мм (см. рис. 79). В определенной мере появился сосудистый компонент условной реакции: с 4,5 до 1,5 мм менялась плетизмограмма (рис. 79, А) на сильный раздражитель, с 3 до 1,5 мм (рис. 79, Б) на слабый.

Появился и умеренный дыхательный компонент в виде учащения дыхания с укорочением его периода с 3 секунд до 2,1 секунды, в то



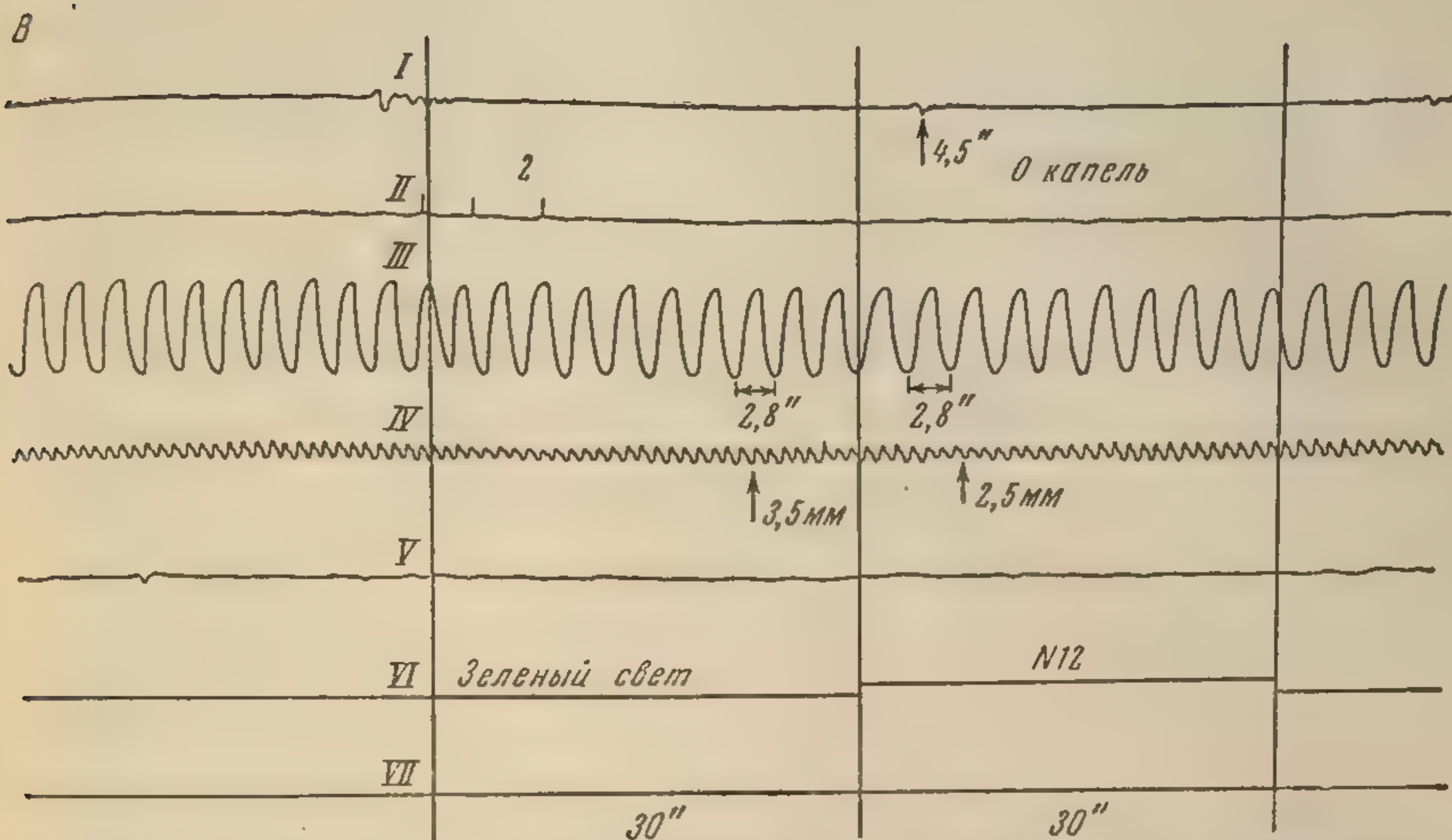
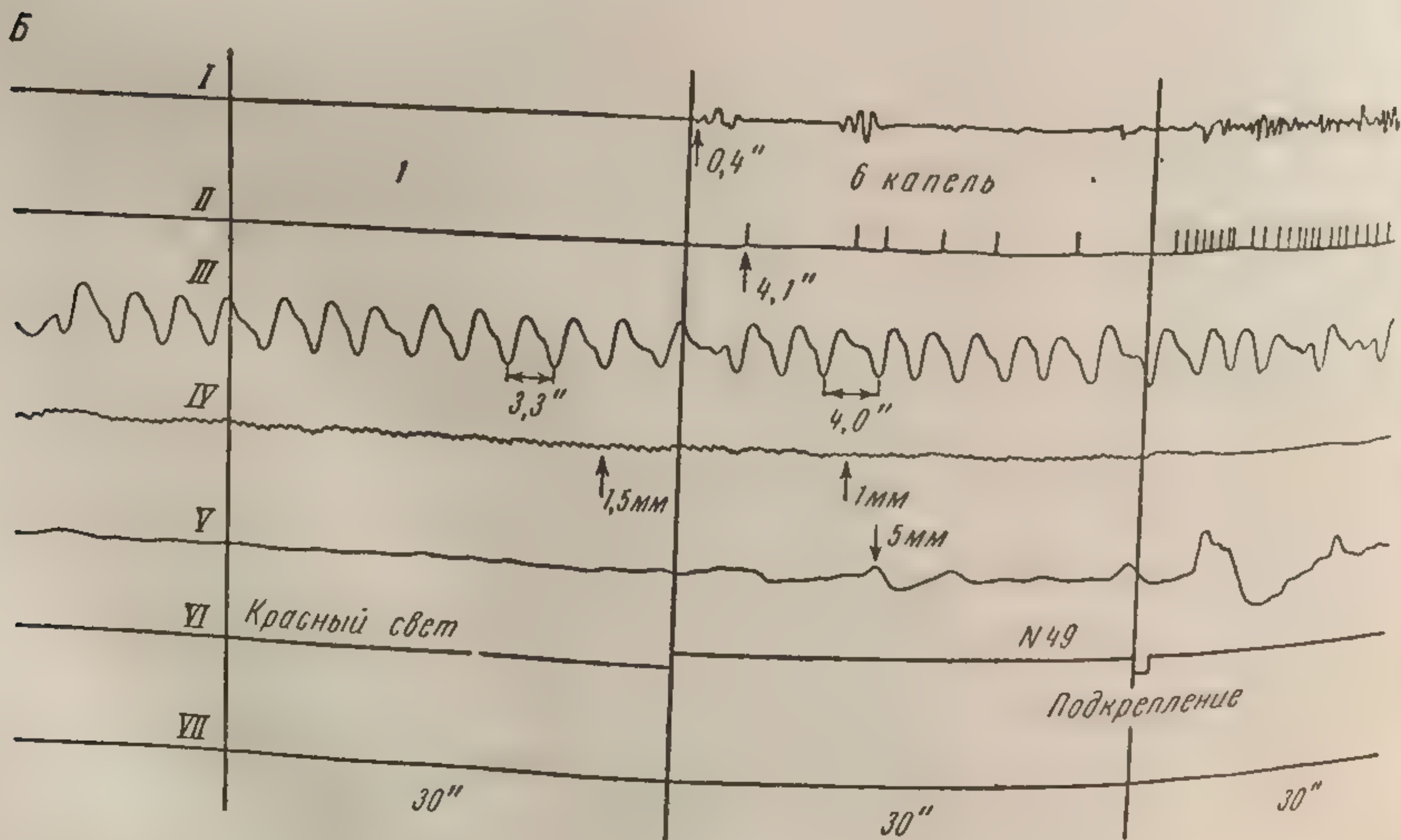
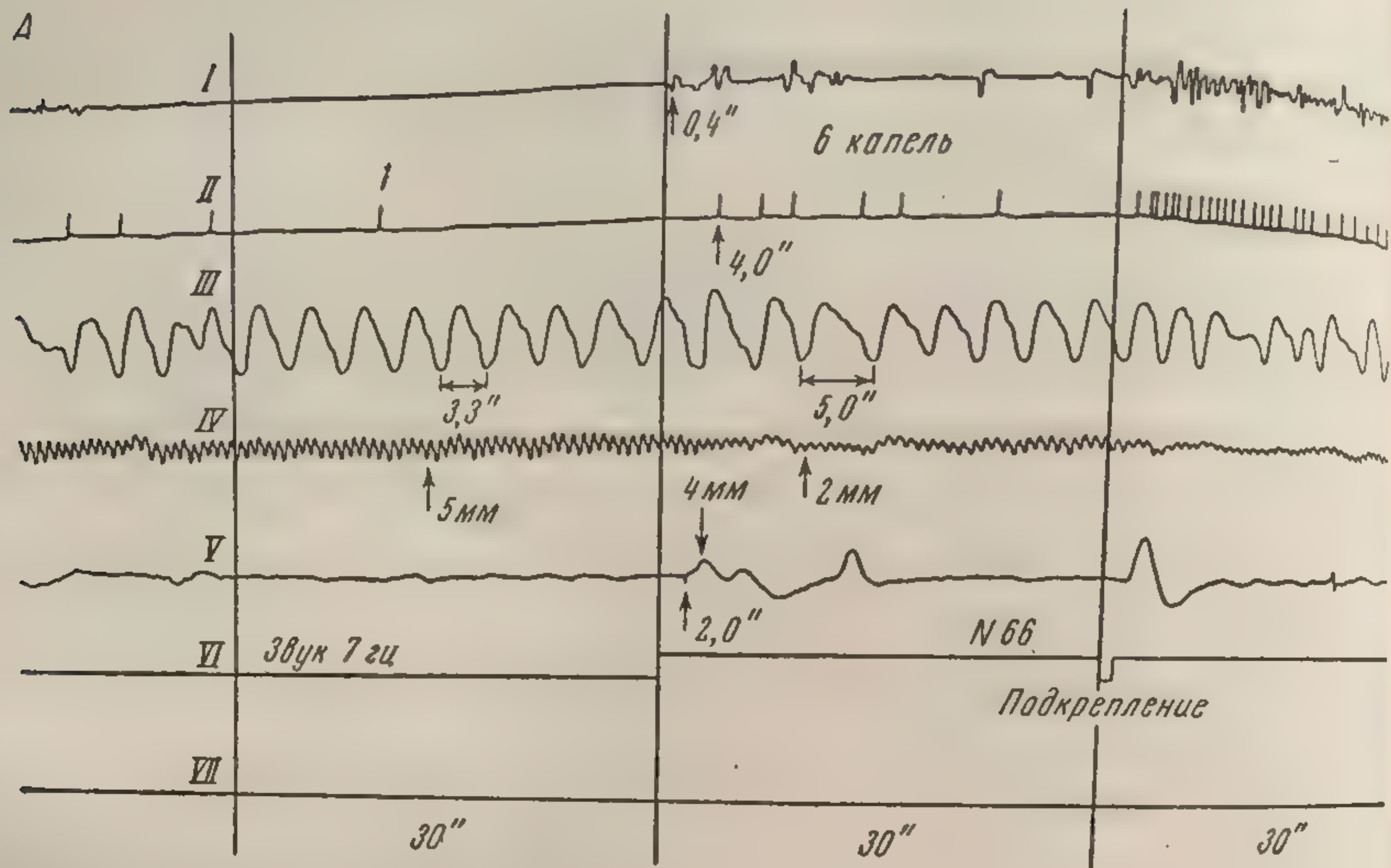


Рис. 79. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Славы Т., 14 лет, после умственной работы в классе и воздействия холодового агента (опыт 17, 25/X 1961 г.).
Обозначения те же, что на рис. 74.

Таблица 25

Протокол исследования Славы Т., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно- отделение в кап- лях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмо- граммы в мм		Кожно-галь- ваническая реакция		Подкрепление
				секретор- ного	двигатель- ного	до раз- дражения	при раз- дражении	до раз- дражения	при раз- дражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
Исследование 15, 21/X 1961 г., начало 13 часов 27 минут (после действия холодового агента)												
5	38	Звук 7 герц	8	4,3	0,3			4,0	2,0	1,6	5,0	+
4	29	Красный свет	5	0,3	Сп. р.			3,5	2,0	Сп. р.	2,0	+
4	30	» »	5	2,1	6,1	2,3	2,3	2,0	1,5	1,5	1,5	+
5	10	Зеленый »	1	2,1	Нет	3,0	3,0	3,0	2,0	Нет	Нет	0
Исследование 17, 25/X 1961 г., начало 14 часов 23 минуты (после действия холодового агента)												
4	43	Звук 7 герц	11	4,8	0,6	3,0	2,1	4,5	1,5	Сп. р.	8,5	+
4	34	Красный свет	8	3,5	0,6	3,0	2,1	3,0	1,5	1,6	6,0	+
3 1/2	35	» »	7	12,3	0,8	2,8	3,6	2,0	1,5	Сп. р.	10,0	+
4	12	Зеленый »	0	Нет	4,5	2,8	2,8	3,5	2,5	Нет	Нет	0



B

Рис. 8
сле у

врем
ном

аген
пол
мы
цио
осн
гол
пол
и
«сп

ние
вал
по
лен

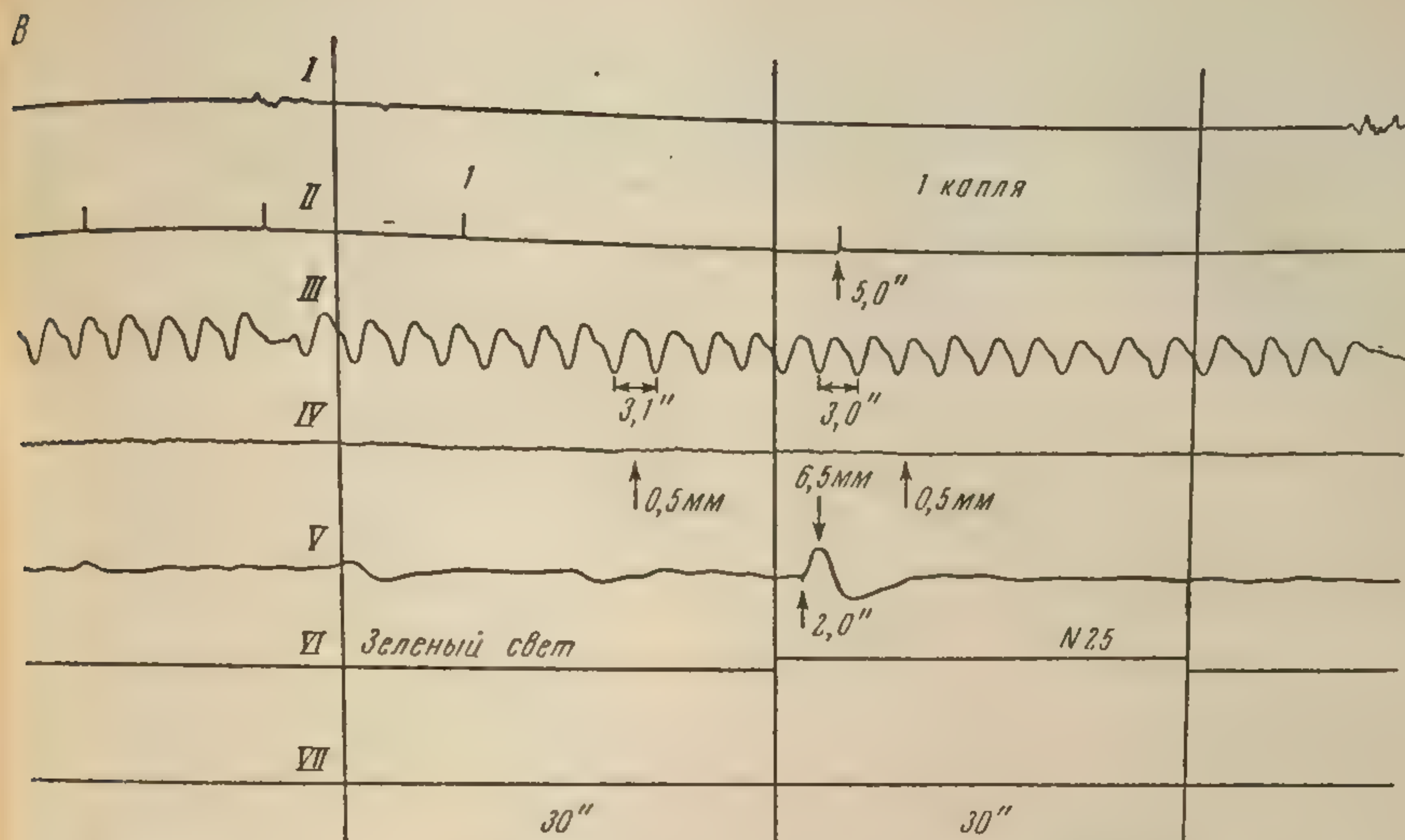


Рис. 80. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Шуры Л., 13 лет, после умственной работы в классе и воздействия холодного агента (опыт 26, 26/X 1960 г.)
Обозначения те же, что на рис. 74.

время как при утомлении скорее можно было говорить о кратковременном и небольшом удлинении периода дыхания.

Наконец, остановимся на исследовании, где действие холодного агента повысило возбудимость коры и подкорки, но не восстановило полностью оптимальной возбудимости больших полушарий. В IV главе мы подробно знакомимся с исследованиями Шуры Л. У яркой и эмоциональной Шуры, как указывалось тогда, утомление выражалось в основном в тормозных (парадоксальных и уравнивающих) фазах в коре головного мозга, рефлекс обычно достигали лишь 2 капель слюны, полностью была угнетена кожно-гальваническая реакция, дыхательная и сосудистая реакции отличались неустойчивостью: наблюдались «спонтанные» колебания (см. табл. 9, рис. 16—18).

После действия холодного агента (табл. 26) произошло повышение величины условных рефлексов, но они по-прежнему не соответствовали «закону силы»: на сильный и слабый раздражители выделилось по 6 капель слюны. Вместе с тем появилась отсутствовавшая при утомлении кожно-гальваническая реакция на условные и безусловные пи-

Таблица 26

Протокол исследования Шуры Л., 13 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно- отделение в кап- лях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмо- граммы в мм		Кожно-галь- ваническая реакция		Подкрепление
				секретор- ного	двигатель- ного	до раз- дражения	при раз- дражении	до раз- дражения	при раз- дражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 26, 26/X 1960 г., начало 13 часов 49 минут
(после действия холодового агента)

66	Звук 7 герц	6	4,0	0,4	3,3	5,0	5,0	2,0	2,0	4,0	+
49	Красный свет	6	4,1	0,4	3,3	4,0	1,5	1,0	Сп. р.	5,0	+
25	Зеленый »	1	5,0	Нет	3,1	3,0	0,5	0,5	2,0	6,5	0
67	Звук 7 герц	6	3,1	0,6	4,0	3,1	0,1	0,1	1,6	10,0	+

щевые раздражения (рис. 80), возник также дыхательный компонент в виде умеренного замедления дыхания (рис. 80, А, Б), сосудистый компонент на фоне сильного и прогрессирующего расширения сосудов (с 5 мм на рис. 80, А до 0,5 мм на рис. 80, В).

Приводим протокол и кимограммы этого исследования Шуры Л. (см. табл. 26, рис. 80).

Приведенные исследования влияния кратковременного рефлекторного воздействия холодового агента на рецепторы тройничного нерва убедительно свидетельствуют об эффективности подобного афферентного раздражения тройничного нерва при умственном утомлении детей. Устранялись тормозные фазовые состояния возбудимости коры головного мозга, характеризовавшие умственное утомление. Повышался тонус подкорковых образований, сильно пониженный при умственном утомлении. Восстанавливались неспецифические вегетативные компоненты: кожно-гальванический, сосудистый, дыхательный, восстанавливались корко-подкорковые отношения, характерные для оптимальной возбудимости коры и подкорковых образований.

Нормализация корково-подкорковых взаимоотношений влиянием на проприорецепторы при дозированных мышечных упражнениях

С целью устранения умственного утомления, а следовательно, выведения мозга ребенка из тормозных состояний путем повышения тонуса коры и подкорковых образований головного мозга мы применили дозированные физические упражнения. К последним относились баскетбол

или волейбол (30 минут), лыжи (45—60 минут), гимнастика или легкая атлетика (30—45 минут) на уроке физкультуры после умственной работы в классе. Если воздействие холодового агента на рецепторы тройничного нерва продолжительностью $\frac{1}{2}$ минуты снимало умственное утомление и восстанавливало оптимальную возбудимость в среднем на 2 часа, то для достижения приблизительно такого же эффекта при применении физических упражнений требовалось от 30 до 60 минут (специальная мышечная нагрузка). Только после этого удавалось повысить достаточно не только тонус подкорковых образований, но и коры головного мозга и вернуть им оптимальную возбудимость, создать у детей и субъективное ощущение бодрости и свежести.

Рассмотрим конкретные результаты влияния спортивных физических упражнений на утомленный мозг детей.

У известной нам Тани Л., 14 лет, как указывалось выше, утомление вызывало парадоксальные и уравнивательные тормозные фазы и торможение подкорковых образований, ретикулярной формации мозгового ствола (см. табл. 8, рис. 12—14) изо дня в день, что характеризовалось несоответствием секреторных условных рефлексов «закону силы» и угнетением всех изучаемых неспецифических вегетативных компонентов при действии условного и безусловного раздражителей. После игры в волейбол на уроке физкультуры у Тани Л. появилось чувство бодрости и свежести, исчезла усталость.

Приводим протокол исследования Тани Л. после классных занятий и последующей игры в волейбол (табл. 27).

Таблица 27

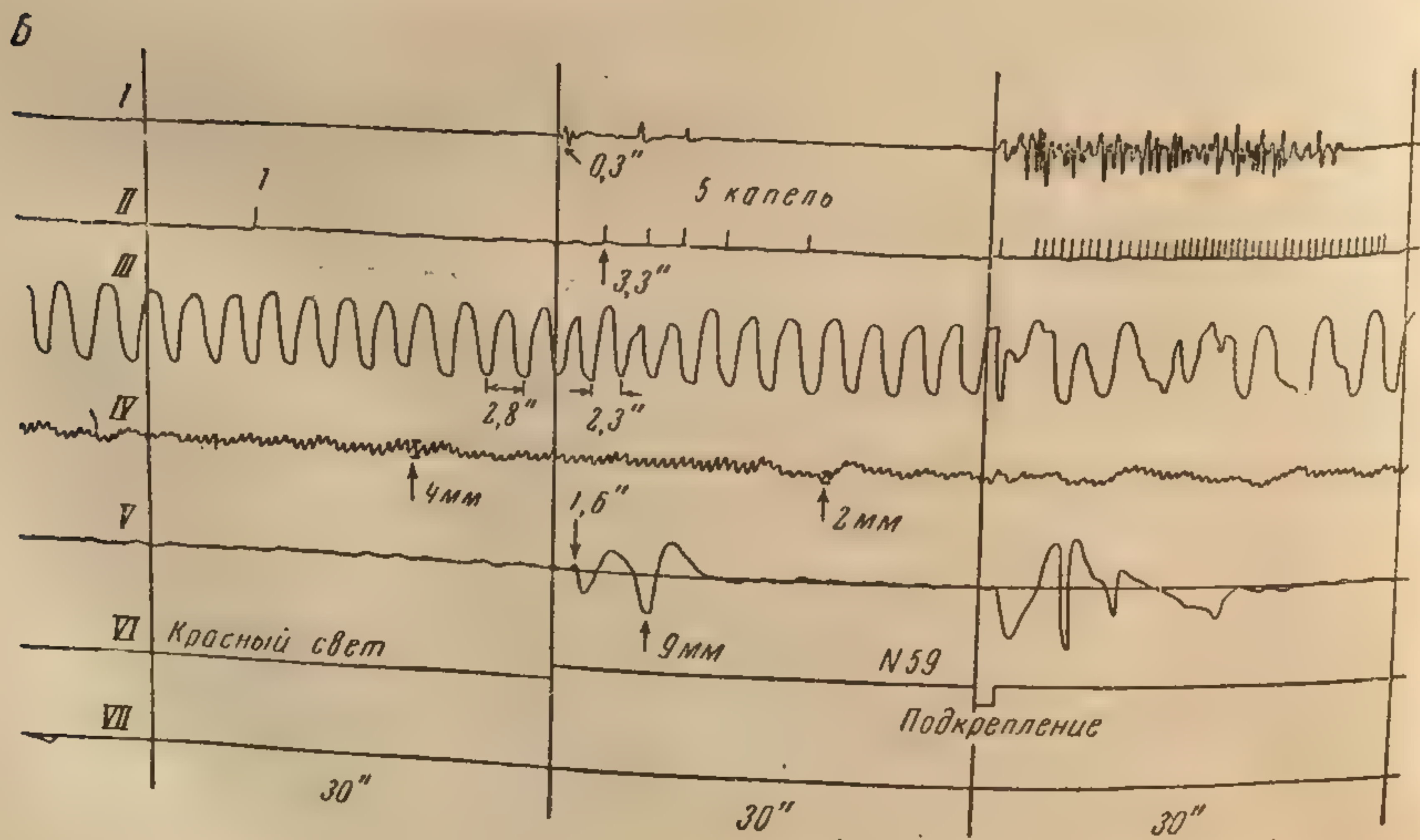
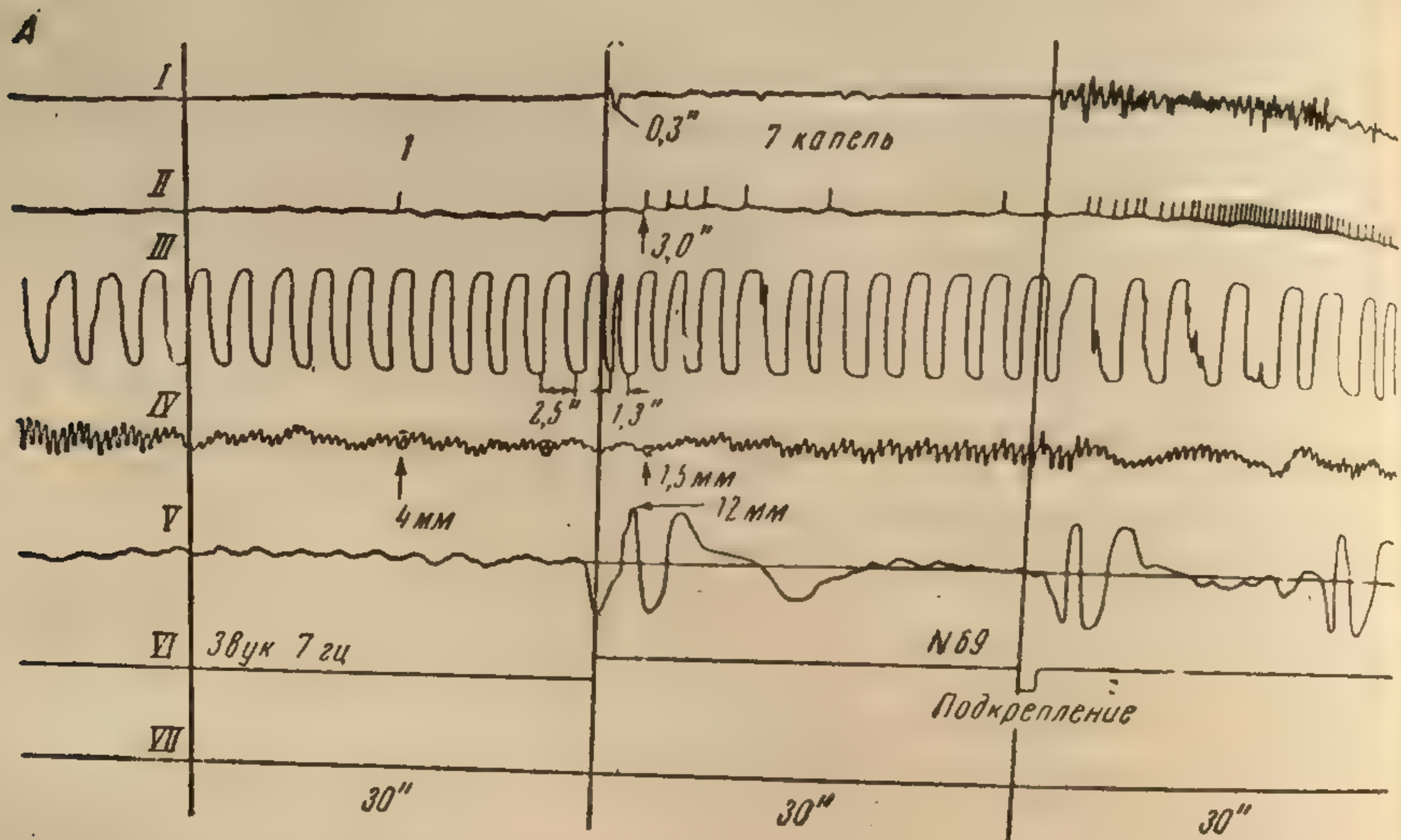
Протокол исследования Тани Л., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 10 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 30, 14/IX 1961 г., начало 13 часов 56 минут
(после урока физкультуры — волейбол)

4	69	Звук 7 герц	7	3,0	0,3	2,5	1,3	4,0	1,5	Сп. р.	12,0	+
4	59	Красный свет	5	3,3	0,3	2,8	2,5	4,0	2,0	1,6	9,0	+
4 $\frac{1}{2}$	36	Зеленый »	1	17,3	Нет	2,6	4,0	2,0	2,0	1,6	10,5	0

Из табл. 27 видно, что после игры в волейбол восстановились правильные силовые отношения: на сильный раздражитель выделилось 7 капель условной слюны, на слабый — 5, на тормозной — одна капля



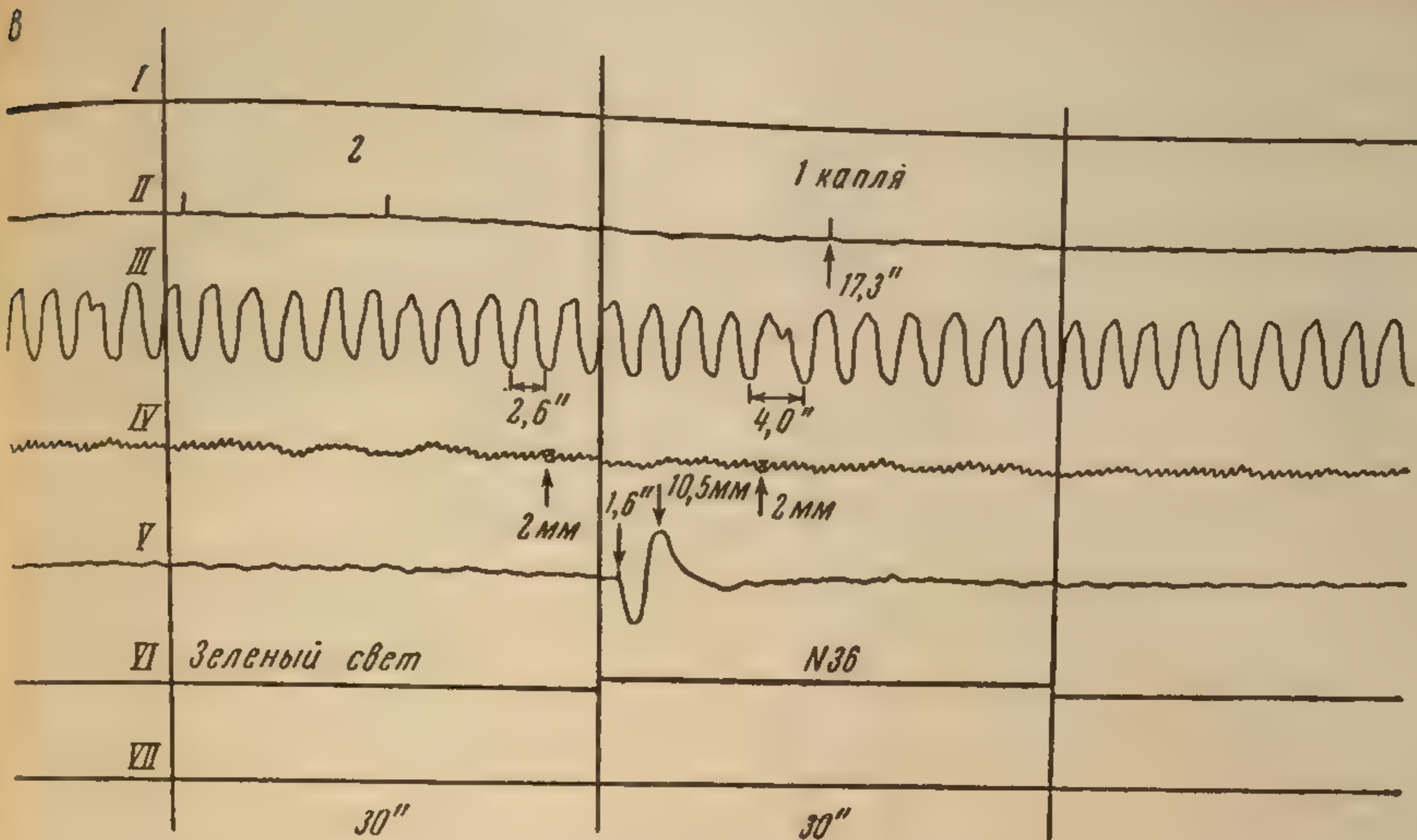


Рис. 81. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Л., 14 лет, после умственной работы в классе и последующей игры в волейбол 30 минут (опыт 30, 4/IX 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

(на фоне 2 капли). Это несколько меньшая величина, чем при действии холодового агента, когда выделялось на сильный условный раздражитель 13; 9 и 8 капель, но больше, чем при утомлении. Также и на слабый раздражитель после холодового агента выделялось 8; 7 и 6 капель, а сейчас — 5 капель, но это достаточные величины, соответствующие «закону силы». Вместе с тем восстановились все вегетативные компоненты: кожно-гальваническая реакция на сильный сигнал имела амплитуду 12 мм, сосудистый компонент — 4 и 1,5 мм, дыхательный — период дыхания 2,5 и 1,3 секунды, а при пищевом подкреплении наблюдалось значительное замедление дыхания (рис. 81, А). На слабый сигнал кожно-гальваническая реакция имела амплитуду 9 мм, сосудистый компонент — 4 и 2 мм, период дыхания 2,8 и 2,3 секунды со значительным замедлением дыхания в ответ на безусловный пищевой раздражитель (рис. 81, Б). Выражены вегетативные компоненты и на дифференцировку (рис. 81, В): кожно-гальваническая реакция 10,5 мм, период дыхания

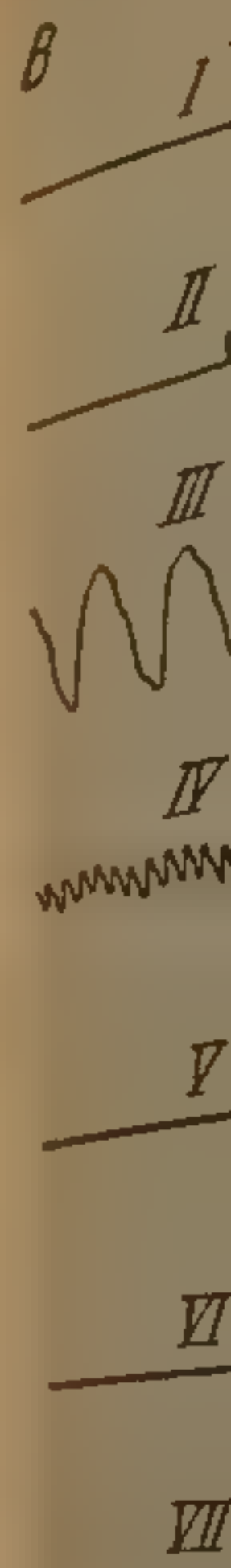
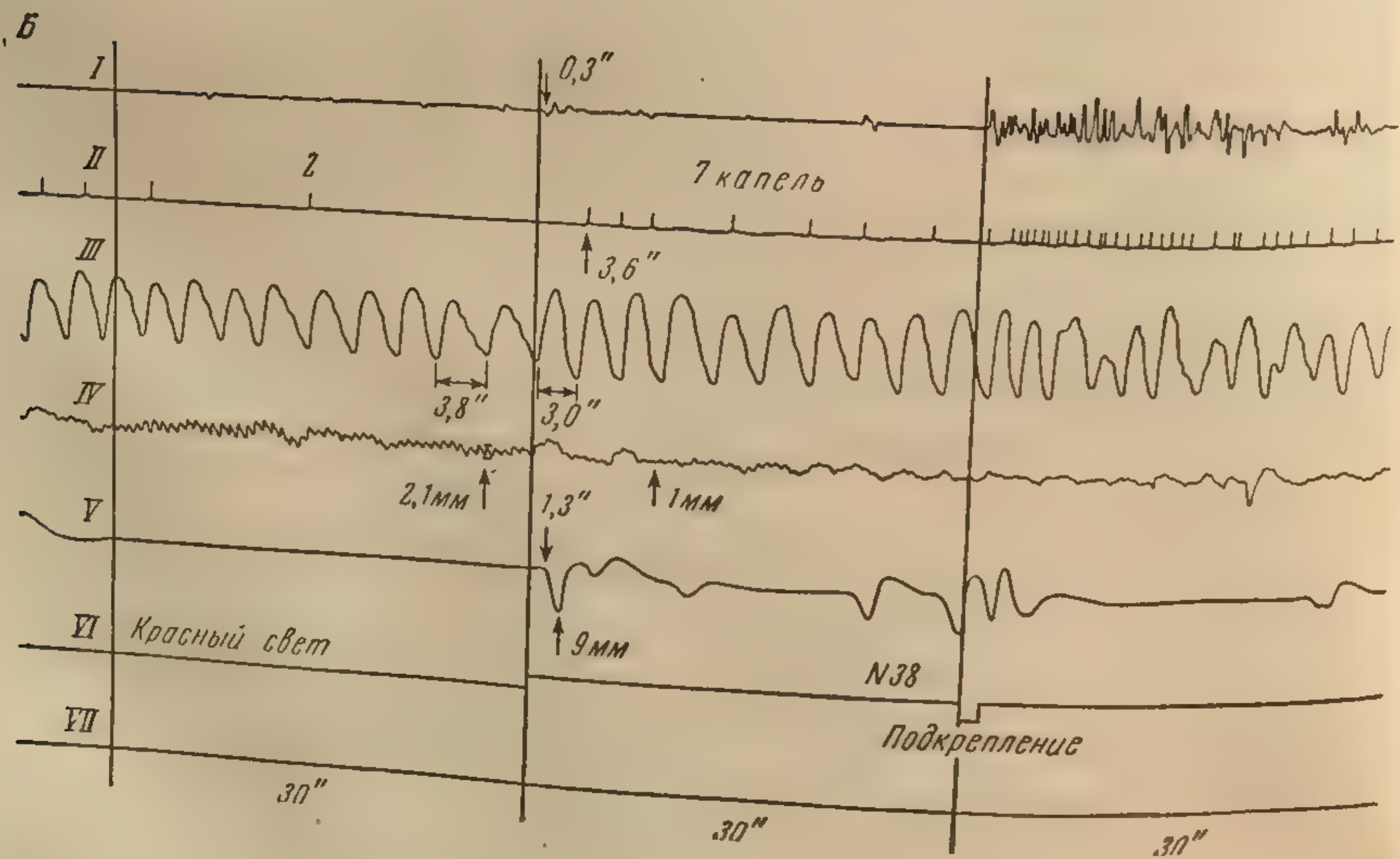
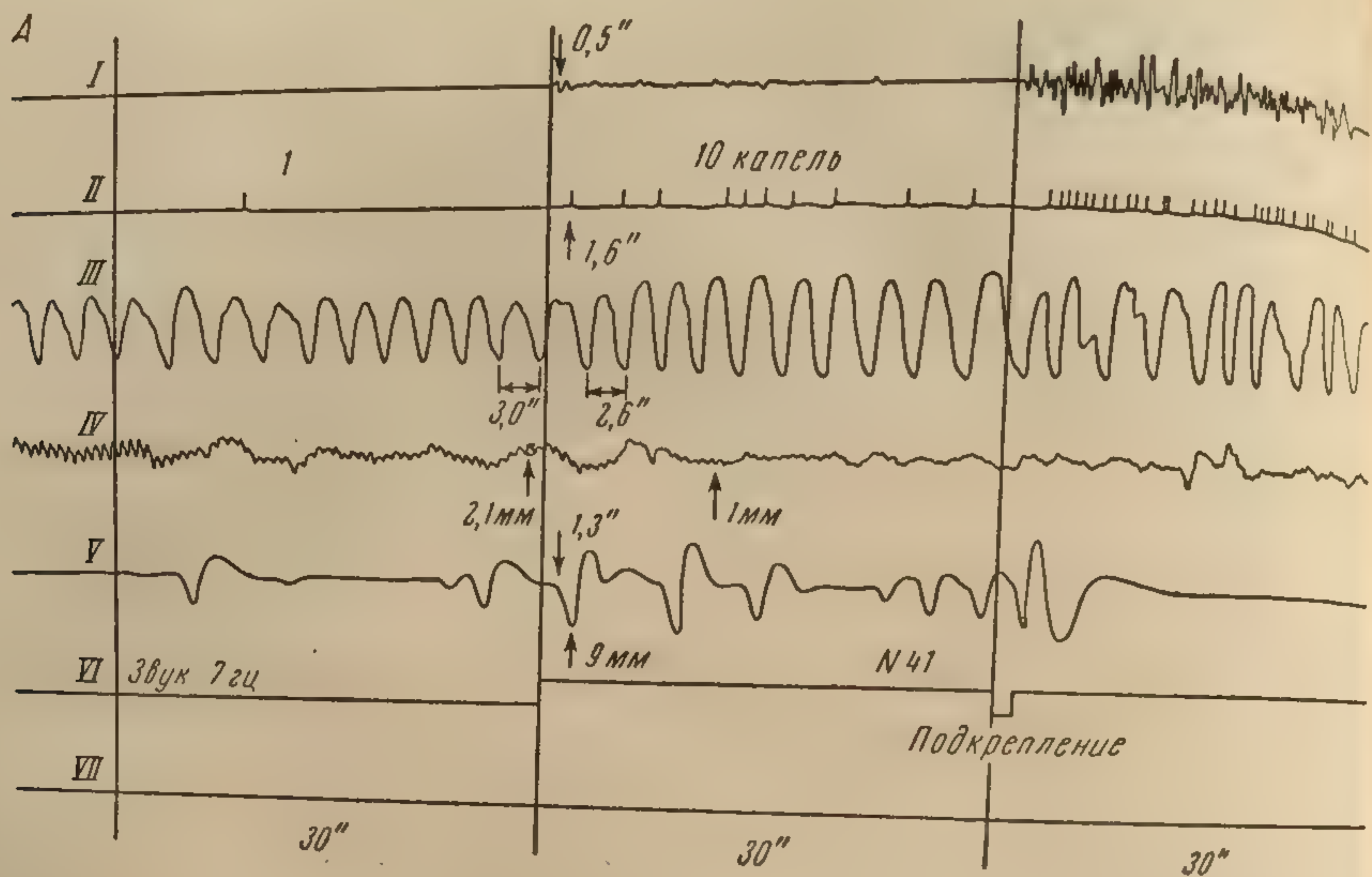


Рис. 8
после

Время между
раздражениями
в минутах

5
5 1/2
4 1/2
2 1/2
5 1/2

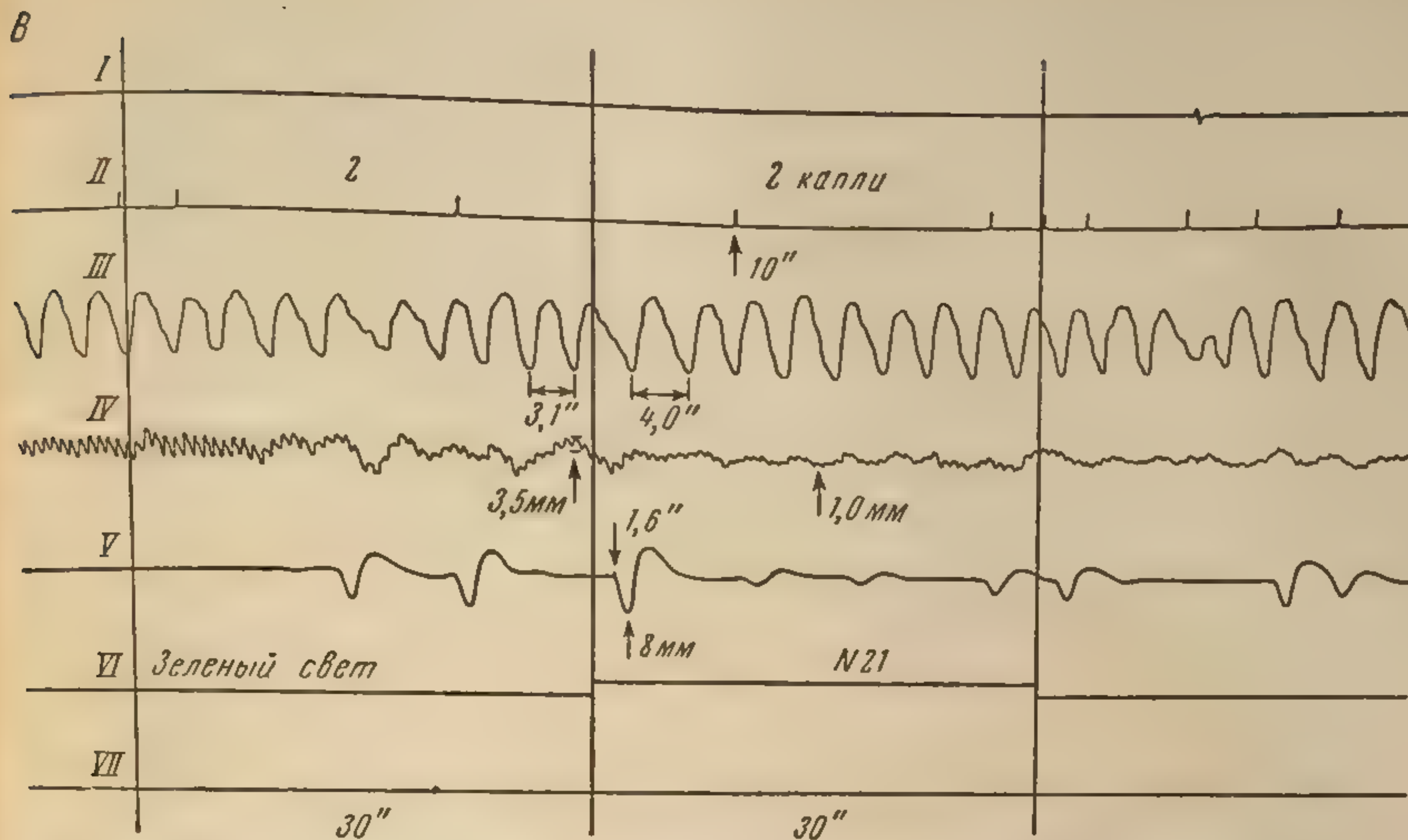


Рис. 82. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Толи М., 12 лет, после умственной работы в классе и последующей игры в баскетбол 40 минут (опыт 19, 17/V 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

Протокол исследования Толи М., 12 лет

Таблица 28

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 19, 17/V 1961 г., начало 12 часов 59 минут
(после 2 уроков физкультуры — баскетбол)

5	40	Звук 7 герц	8	3,6	0,5	4,1	3,0	5,5	1,5	Сп. р.	6,0	+
5 ¹ / ₂	37	Красный свет	5	1,6	0,6	3,1	2,6	4,5	1,0	1,5	8,5	+
4 ¹ / ₂	21	Зеленый »	2	10,0	Нет	3,1	4,0	3,5	1,0	1,6	8,0	0
2 ¹ / ₂	41	Звук 7 герц	10	1,6	0,5	3,0	2,6	2,1	1,0	1,3	9,0	+
5 ¹ / ₂	38	Красный свет	7	3,6	0,3	3,8	3,0	2,5	1,0	1,3	9,0	+

2,6 и 4 секунды, т. е. не убыстрение дыхания, как при действии положительных условных сигналов, а его урежение, сосудистый компонент на дифференцировку не выражен. Вместе с тем наблюдается постепенное прогрессирующее расширение периферических сосудов в течение опыта.

На другого ребенка, Толю М., 12 лет, физические упражнения (баскетбол) оказали более сильное тонизирующее действие, чем на Таню Л. Если при утомлении у него наблюдались парадоксальные тормозные фазы, а также известное угнетение подкорковых образований (см. табл. 12), то при действии холодового агента полностью устранялись все эти явления и условные рефлексy достигали величины 10 и 8 капель. Такое же эффективное действие наблюдалось и от игры в баскетбол: устранялась усталость, появлялось чувство бодрости и свежести.

Приводим протокол исследования и кимограммы с влиянием на утомление игры в баскетбол (табл. 28, рис. 82).

Табл. 28 демонстрирует восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий. На сильные сигналы выделилось 8 и 10 капель условной слюны, на слабые — 5 и 7 капель, на дифференцировку — 2 капли на том же фоне. Одновременно видны яркие вегетативные компоненты условной реакции: кожно-гальваническая реакция — 9 мм при наличии многократных «спонтанных» кожно-гальванических реакций (рис. 82, А, В), сосудистый компонент — 2,1 и 1 мм, дыхательный — период дыхания 3 и 2,6 секунды с усилением дыхательных движений (рис. 82, А), 3,8 и 3 секунды (рис. 82, В), на тормозной сигнал — период дыхания 3,1 и 4 секунды (рис. 82, В). По мере действия условного и безусловного раздражителей имеется прогрессирующее расширение пальцевых сосудов (рис. 82, А—В).

Следовательно, у Коли М. одинаковый результат дает как действие в течение $\frac{1}{2}$ минуты холодового агента на рецепторы тройничного нерва, так и 30 минут игры в баскетбол. Имеется и различие: при физкультуре повышение величины условных рефлексов (см. табл. 28) наступает более медленно, затем наблюдается более сильное расширение пальцевых сосудов (до 0,5 мм, см. рис. 82, В), чем после холодового агента (до 3,5 мм, см. рис. 78, А).

Переходим к влиянию гимнастических упражнений на Шуру Л. Как мы помним, у нее при утомлении наблюдались тормозные (парадоксальные и уравнивательные) фазы, величина условных рефлексов порядка 2 капель, полное угнетение кожно-гальванической реакции и «спонтанные» колебания сосудистой и дыхательной реакций. Холодовой агент повышал возбудимость коры и подкорковых образований, однако условные рефлексy хотя и достигали 6 капель, но не соответствовали «закону силы» (см. табл. 9, 26, рис. 16—18, 80). После гимнастических упражнений отмечалось увеличение секреторных рефлексов и соответствие их «закону силы»: на сильный сигнал выделилось 7 капель услов-

ной
ком
дра
галь
ская
кунд
реак
блю
маль
«сп
нент
разд
5,5 и
кожн
нент
ность
цени
ного
паль
грам
(срав
С
фекти
(в те
холод

ной слюны, на слабый — 5, на тормозной — одна капля. Вегетативные компоненты были выражены весьма четко, но на сильный условный раздражитель менее сильно, чем на слабый. Так, на сильный сигнал кожно-гальваническая реакция была 10 мм, «спонтанная» кожно-гальваническая реакция отсутствовала, период дыхания до раздражения 3,3 секунды, во время раздражения — 4,3 секунды, амплитуда сосудистой реакции соответственно 11 и 3 мм (рис. 83, А). На слабый сигнал наблюдалась бурная многократная кожно-гальваническая реакция максимальной амплитуды (12 мм), имелась такой же величины многократная «спонтанная» кожно-гальваническая реакция, дыхательный компонент — период дыхания до раздражения 3,3 секунды и при условном раздражении 6,3 секунды, сосудистый компонент соответственно — 5,5 и 1,5 мм (рис. 83, Б). На тормозной условный раздражитель имеется кожно-гальваническая реакция величиной 12 мм, сосудистый компонент — 11 и 7 мм, дыхательный — не выражен (рис. 83, В). Особенностью вегетативных компонентов после гимнастики является прекращение «спонтанных» колебаний возбудимости сосудистого и дыхательного центров при отсутствии того резкого прогрессирующего расширения пальцевых сосудов, которые превращали фотоэлектрическую плетизмограмму почти в прямую линию после применения холодового агента (сравни рис. 80, В и 83, В).

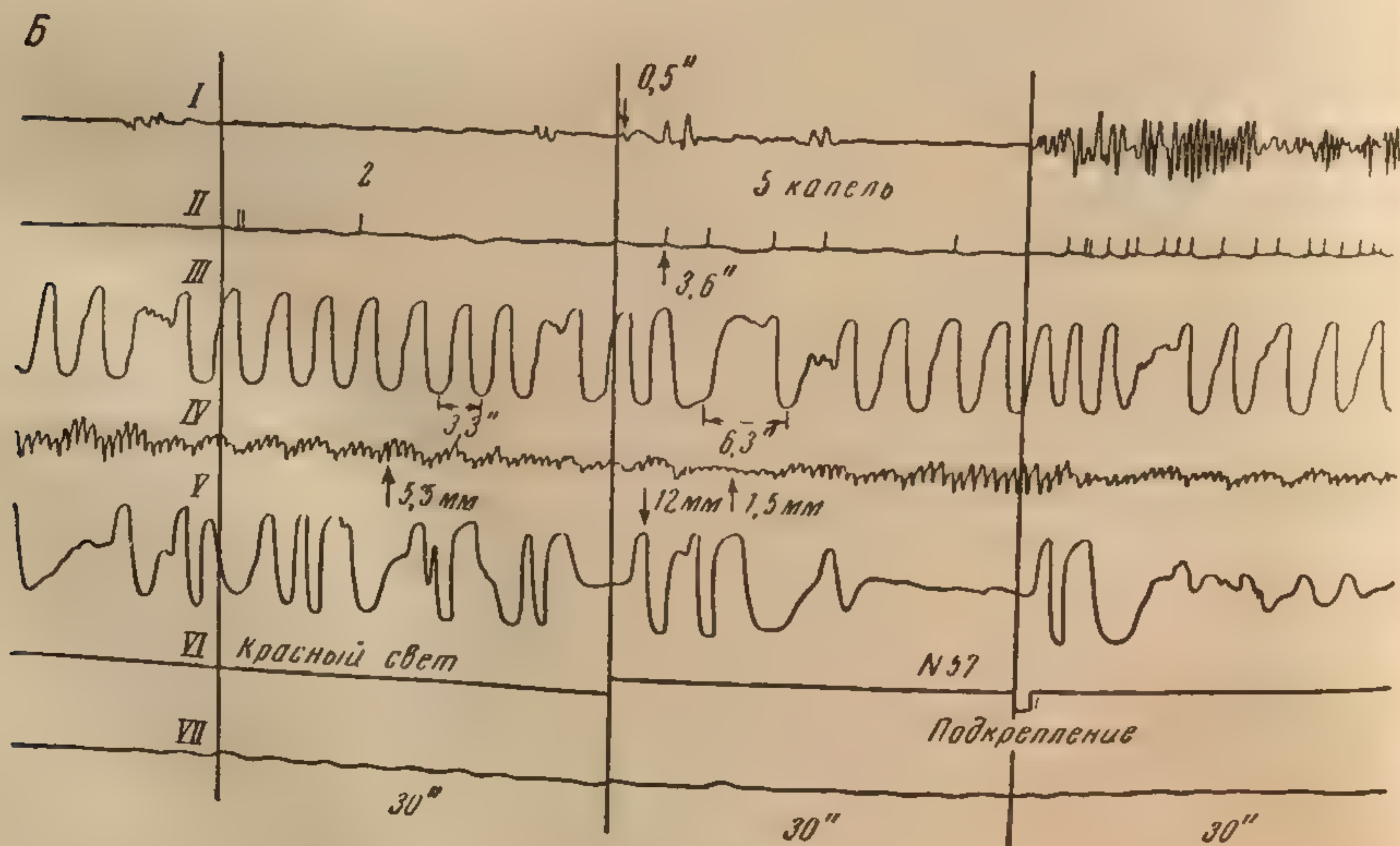
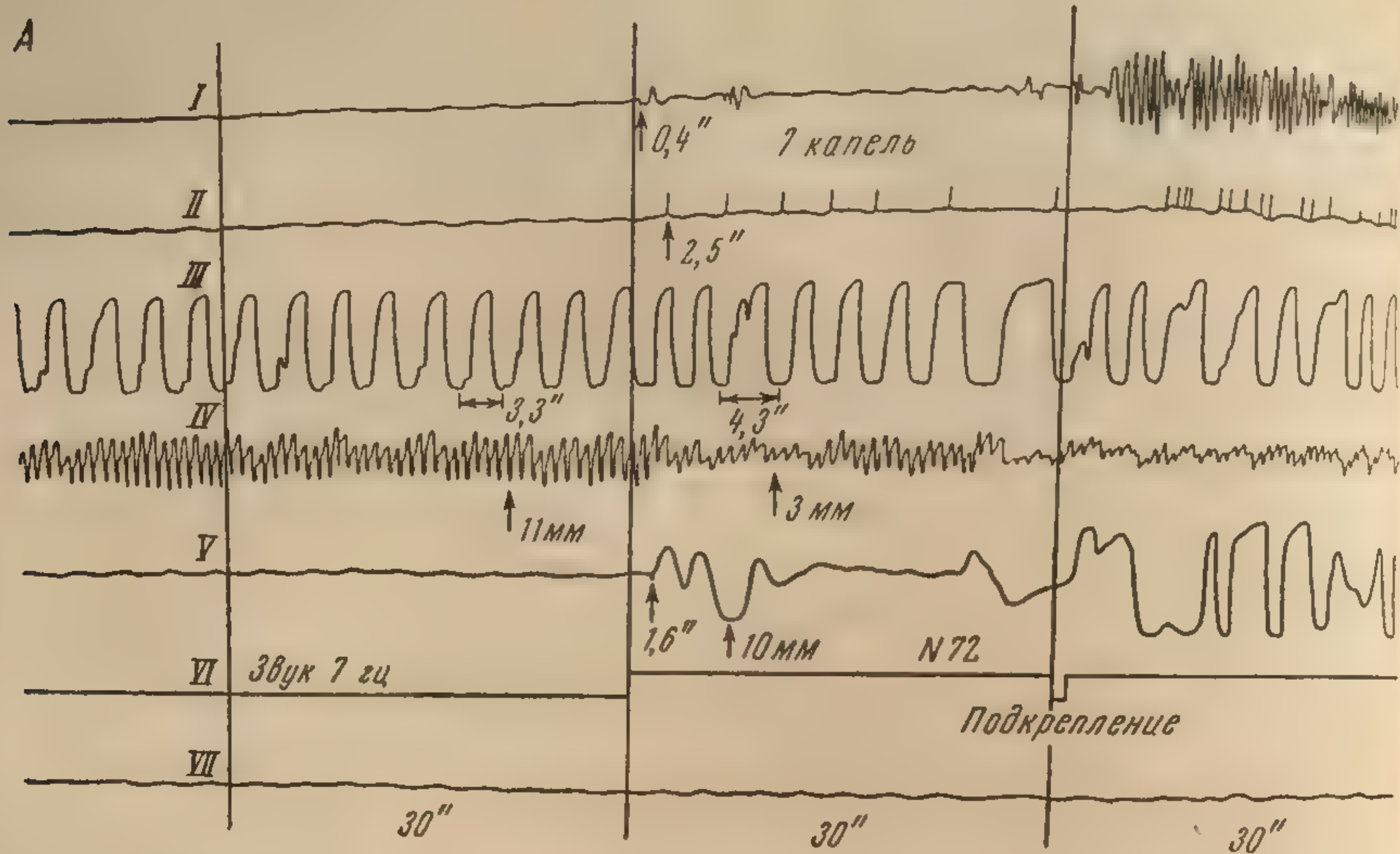
Суммируя результаты исследования Шуры Л., отметим более эффективное воздействие на мозг этой девочки гимнастических занятий (в течение 30 минут), чем кратковременного рефлекторного действия холодового агента. Особенностью влияния гимнастики является, по-ви-

Таблица 29

Протокол исследования Шуры Л., 13 лет

№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
			секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	
71	Звук 7 герц	6	2,0	0,2	3,3	4,8	20,0	8,0	1,3	10	+
56	Красный свет	5	1,8	0,2	3,3	6,0	16,0	3,5	Сп. р.	13	+
28	Зеленый »	1	12,0	Нет	3,3	3,6	11,0	7,0	1,6	12	0
72	Звук 7 герц	7	2,5	0,4	3,3	4,3	11,0	3,0	1,6	10	+
57	Красный свет	5	3,6	0,5	3,3	6,3	5,5	1,5	Сп. р.	12	+

Исследование 28, 18/I 1961 г., начало 13 часов 51 минута
(после урока физкультуры — гимнастические упражнения)



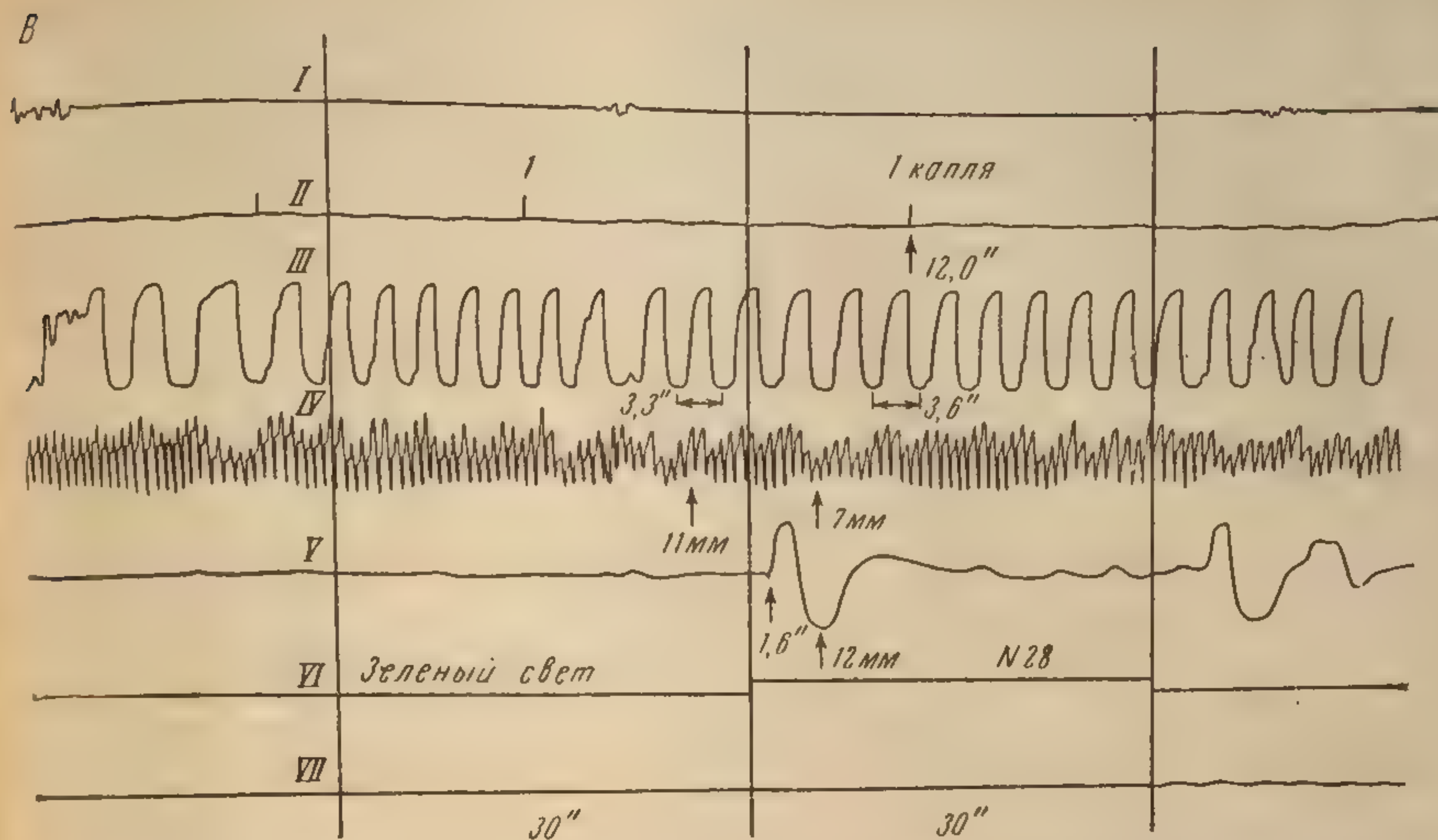


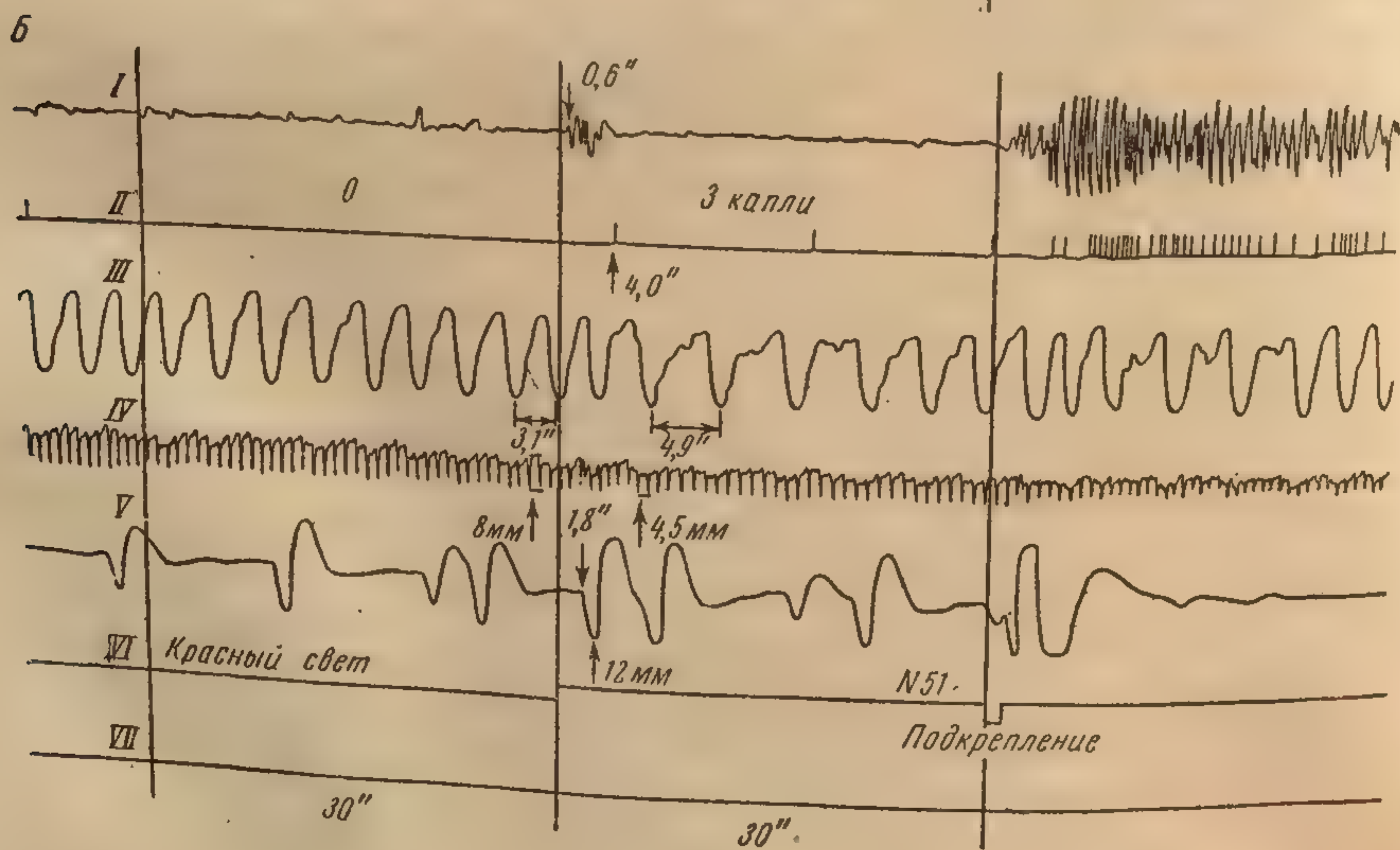
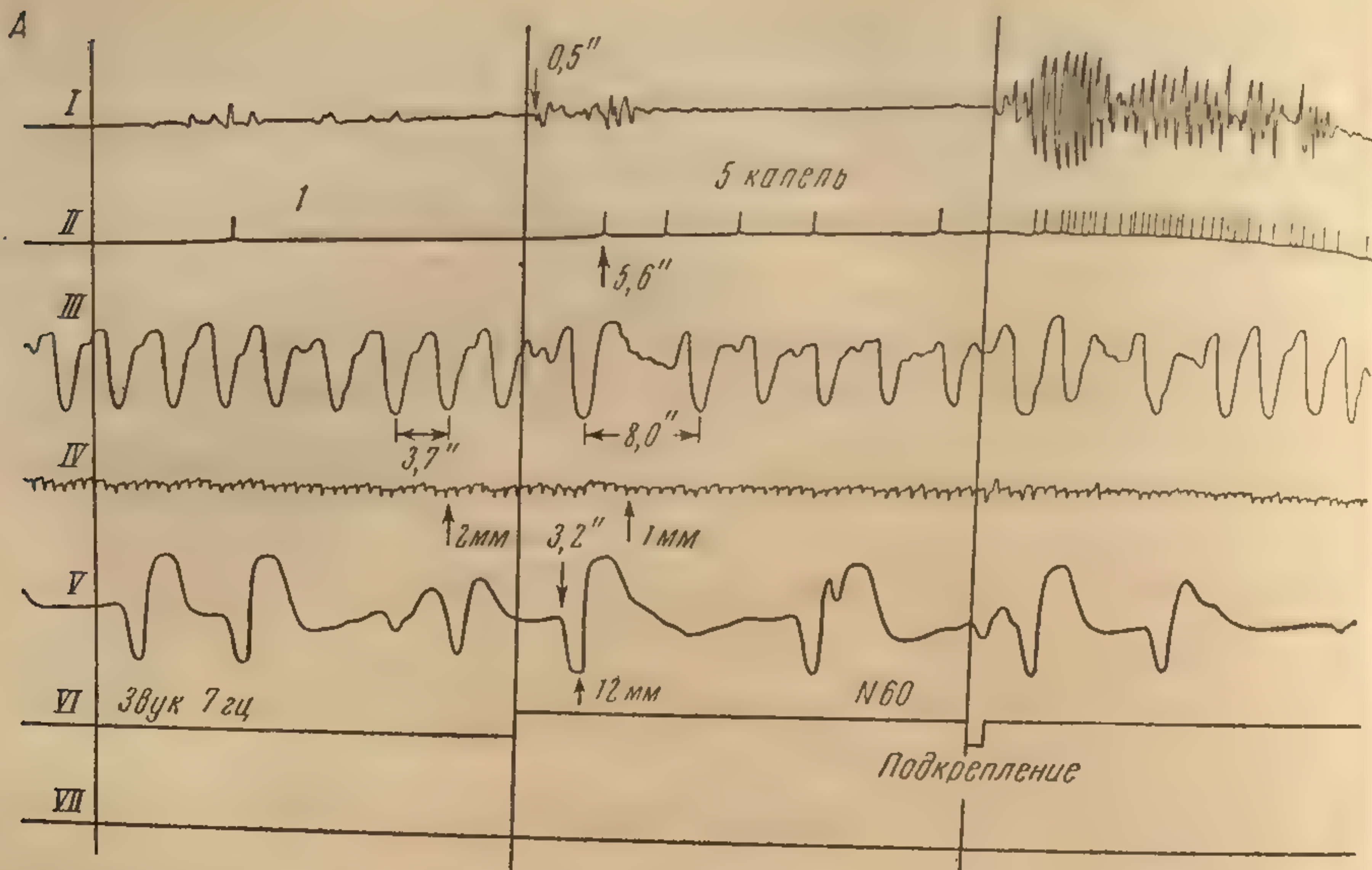
Рис. 83. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Шуры Л., 13 лет, после умственной работы в классе и последующих гимнастических упражнений 30 минут (опыт 28, 18/I 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

димому, более сильное ее действие на подкорковые образования, в частности на ретикулярную формацию среднего мозга, чем на кору. Это проявляется в бурной в ответ на сигнал и «спонтанной» кожно-гальванической реакции. Вместе с тем тонизация коры и подкорковых образований при физических упражнениях наступает не сразу, а постепенно, что видно из протокола и кимограмм.

Представляем протокол и кимограммы этого исследования влияния гимнастики (табл. 29, рис. 83).

Переходим к рассмотрению влияния 60 минут хождения на лыжах на высшую нервную деятельность Тани Ц., 14 лет. Подробно знакомясь с Таней Ц. в IV главе, мы установили, что в результате учебных занятий у Тани наблюдаются систематические парадоксальные и уравнительные тормозные фазы в больших полушариях, сопровождающиеся значительным торможением подкорковых образований (см. табл. 11, рис. 23—25). Действие холодового агента на рецепторы тройничного



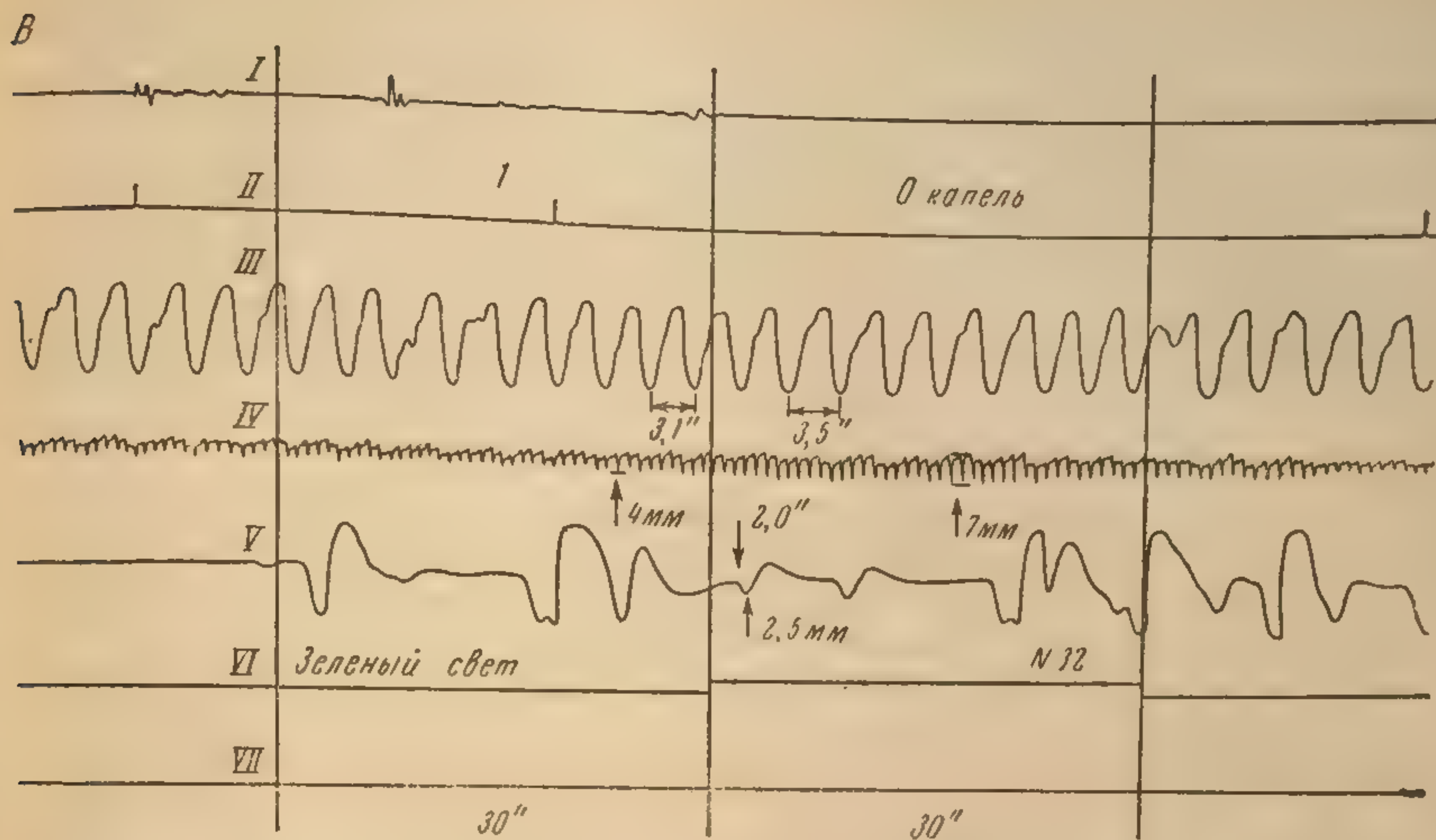


Рис. 84. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Тани Ц., 14 лет, после умственной работы в классе и последующего хождения на лыжах 60 минут (опыт 24, 7/II 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

нерва полностью нормализовало высшую нервную деятельность, условные рефлексы порысились и стали соответствовать «закону силы» (9; 5 и одна капля), неспецифические вегетативные компоненты оказались отчетливо выраженными. Действие хождения на лыжах также повысило тонус прежде всего подкорковых образований, а также коры. Условные рефлексы стали соответствовать «закону силы», исчезло чувство вялости, его заменило чувство бодрости и свежести.

Приводим протоколы и кимограммы этого исследования Тани Ц. (табл. 30, рис. 84).

Табл. 30 и кимограммы (см. рис. 84) показывают, что нормализация высшей нервной деятельности после занятий физкультурой (лыжи) у этой девочки имела своеобразные черты. Хотя условные рефлексы и имели правильные силовые отношения: на прерывистый звук выделилось 5 капель условной слюны, на красный свет — 3, на зеленый свет — 0 капель, но величина условных секреторных рефлексов была почти вдвое меньше, чем после холодового раздражения тройничного нерва (9 и 6 капель). Все вегетативные компоненты были выражены отчетли-

Протокол исследования Тани Ц., 14 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюно- отделение в кап- лях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмо- граммы в мм		Кожно-галь- ваническая реакция		Подкрепление
				секретор- ного	двигатель- ного	до раз- дражения	при раз- дражении	до раз- дражения	при раз- дражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 24, 7/II 1961 г., начало 13 часов 53 минуты
(после 2 уроков физкультуры — лыжи)

4	51	Красный свет	3	4,0	0,6	3,1	4,9	8	4,5	1,8	12,0	-
4	32	Зеленый »	0	Нет	Нет	3,1	3,5	4	7,0	2,0	2,5	0
3	60	Звук 7 герц	5	5,6	0,5	3,7	8,0	2	1,0	3,2	12,0	+

во. Кожно-гальваническая реакция на звук и красный свет была 12 мм, на зеленый свет — 2,5 мм при наличии сильных и многократных «спонтанных» кожно-гальванических реакций (рис. 84, А—В). Дыхательный компонент на звук был очень ярко выражен (период дыхания с 3,7 секунды замедлился до 8 секунд), на красный свет соответственно был меньше (период дыхания с 3,1 секунды замедлился до 4,9 секунды), на тормозной сигнал еще меньше (удлинение периода дыхания с 3,1 до 3,5 секунды). Сосудистый компонент был отчетливый, но меньше, чем после влияния холодного агента (см. рис. 76), при этом он имел место на фоне прогрессирующего расширения периферических сосудов. На звук амплитуда плетизмограммы изменилась с 2 до 1 мм, на красный свет соответственно — с 8 до 4,5 мм, на тормозной сигнал произошло сужение просвета сосудов — с 4 до 7 мм.

Суммируя исследование Тани Ц., укажем, что рефлекторное действие холода через рецепторы тройничного нерва оказалось более эффективным средством для снятия утомления, вызванного учебной нагрузкой, чем занятия физкультурой (лыжи — 60 минут), хотя в обоих случаях имелось соблюдение «закона силы», однако раздражение тройничного нерва давало эффект быстрее и лучше.

В последнее время были получены факты, подтверждавшие эффективность действия физических упражнений в нормализации высшей нервной деятельности. Приведем в качестве примера две серии таких исследований.

У Наташи Н., 11 лет, исследование корково-подкорковых взаимоотношений после занятий систематически выявляло тормозные фазовые состояния. Так, исследование 12 от 16/III 1962 г. выявило парадоксальную фазу возбудимости в коре больших полушарий: на звук выделилось 4 капли условной слюны, на красный свет — 6, на зеленый свет — 0 ка-

пель. Кожно-гальванический и дыхательный компоненты пищевой реакции были заторможены. В исследовании 15 от 5/IV 1962 г. выявилась уравнивающая тормозная фаза с очень низкими условными рефлексам: на сильный (звук), слабый (красный свет) и дифференцировочный (зеленый свет) условные раздражители выделилось по одной капле слюны. Кожно-гальванический и дыхательный компоненты были угнетены (кожно-гальваническая реакция имела амплитуду всего 0,5 мм). После действия холодового агента на утомленный мозг (исследование 20 от 20/IV 1962 г.) корково-подкорковые взаимоотношения полностью нормализовались. Условные рефлексы повысились, их силовые отношения стали правильными: на звук выделилось 9 капель условной слюны, на красный свет — 5, на зеленый свет — одна капля. Повысился тонус подкорковых образований, амплитуда кожно-гальванической реакции достигла 8—9 мм, появился отчетливый дыхательный компонент в виде замедления ритма дыхания и сосудистый компонент (12 мм до и 4 мм во время раздражения).

Еще более эффективное нормализующее влияние на высшую нервную деятельность в данном случае оказало занятие физкультурой (легкая атлетика — 45 минут). Приводим протокол и кимограммы этого исследования (табл. 31, рис. 85).

Таблица 31

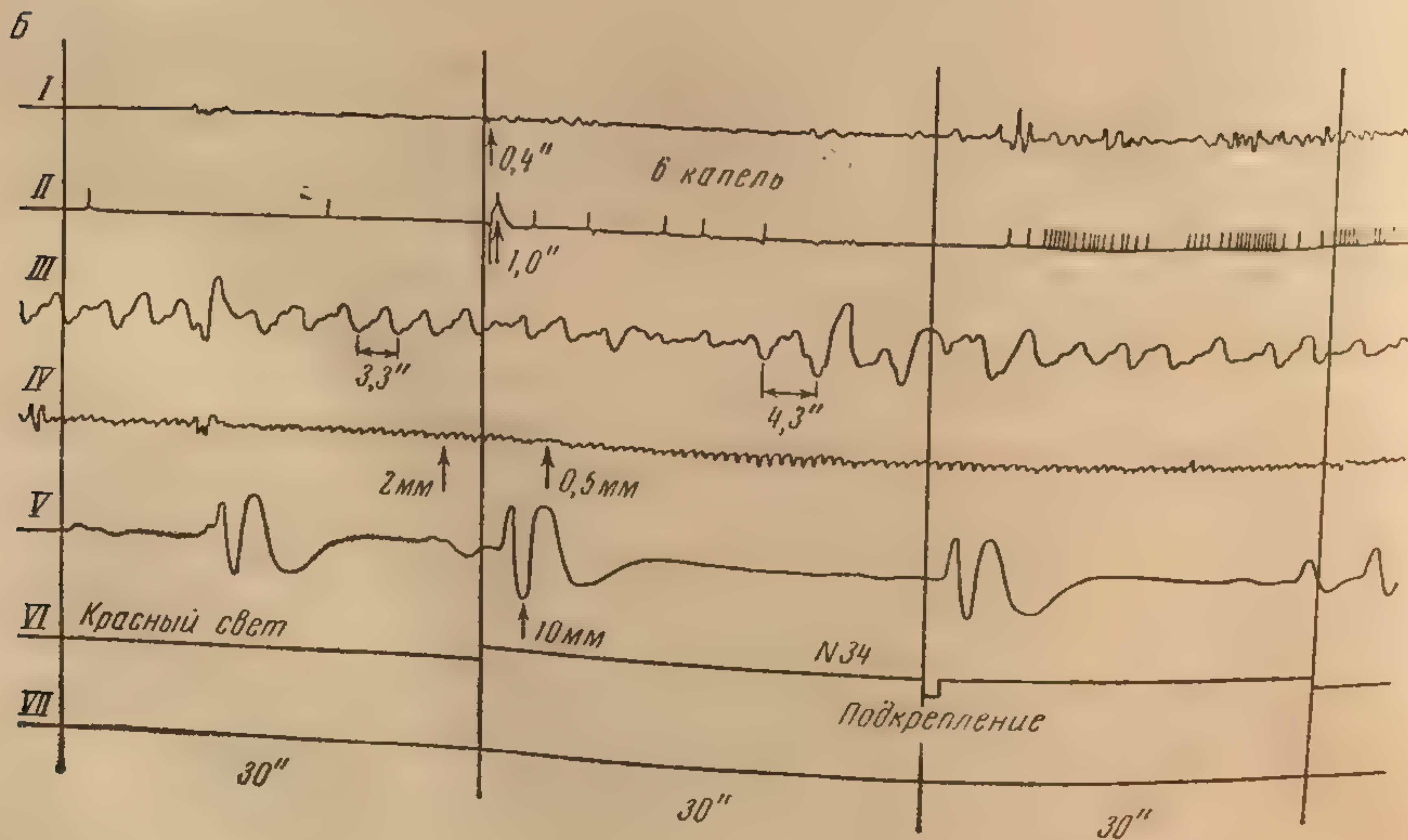
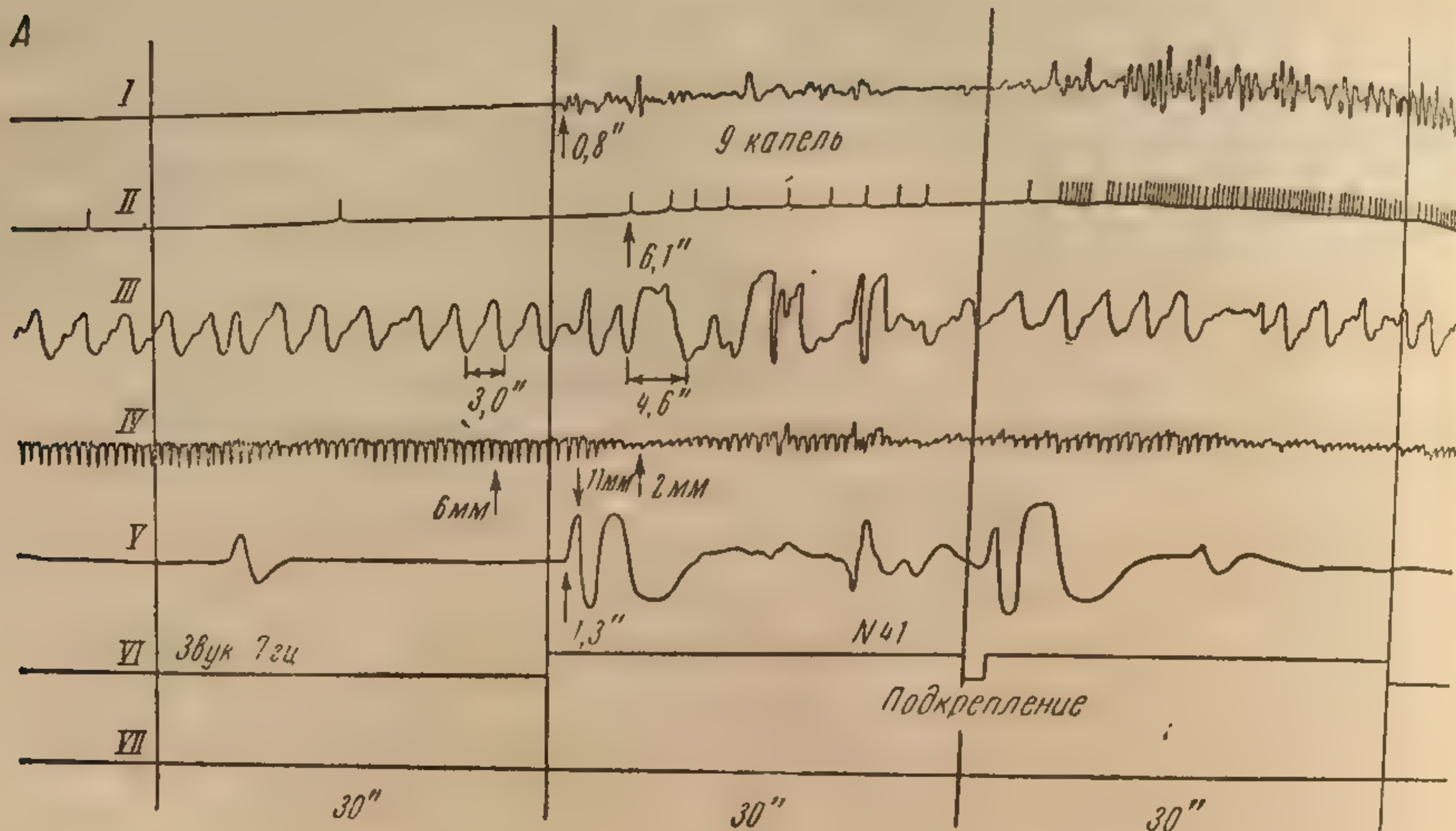
Протокол исследования Наташи Н., 11 лет

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				секреторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 19, 18/IV 1962 г., начало 13 часов 02 минуты
(после 2 уроков физкультуры — легкая атлетика)

4 1/2	41	Звук 7 герц	9	6,1	0,8	3,0	4,6	6	2,0	1,3	11	+
4	34	Красный свет	6	1,0	0,4	3,3	4,3	2	0,5	Сп. р.	10	+
4 1/2	23	Зеленый »	0	Нет	13,3	3,3	3,5	2	1,0	Сп. р.	12	0

Из табл. 31 видно, что условнорефлекторные ответы полностью соответствуют «закону силы», а рефлекс на красный свет даже выше (6 капель), чем после воздействия холодового агента (5 капель), дифференцировка (зеленый свет) абсолютная — 0 капель, тогда как после холодового агента она составляла одну каплю. Тонус ретикулярной формации выше (кожно-гальваническая реакция 10—12 мм), чем после холодового агента (кожно-гальваническая реакция 8—9 мм), выражена также при всех пробах после легкой атлетики «спонтанная» кожно-галь-



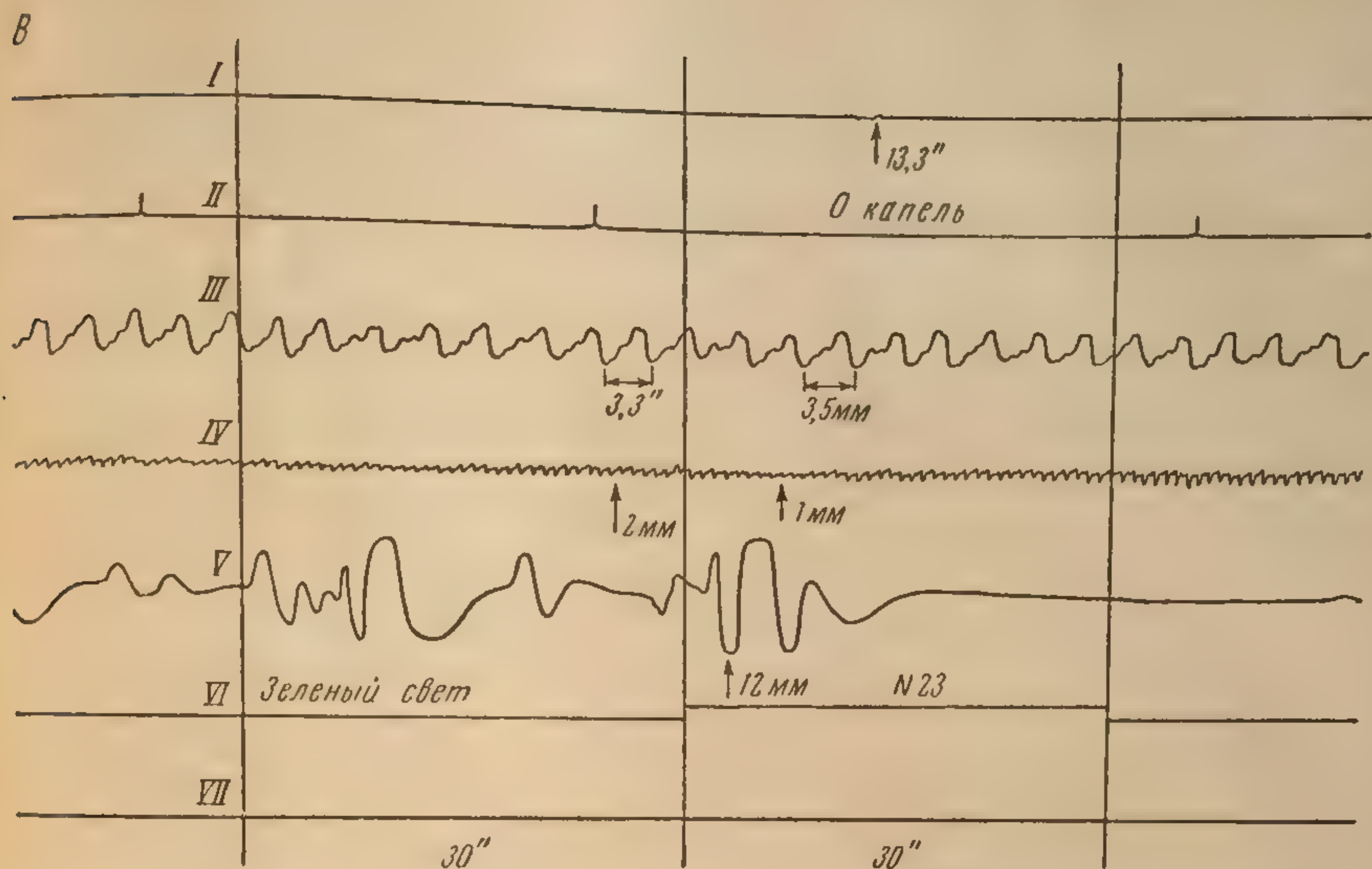
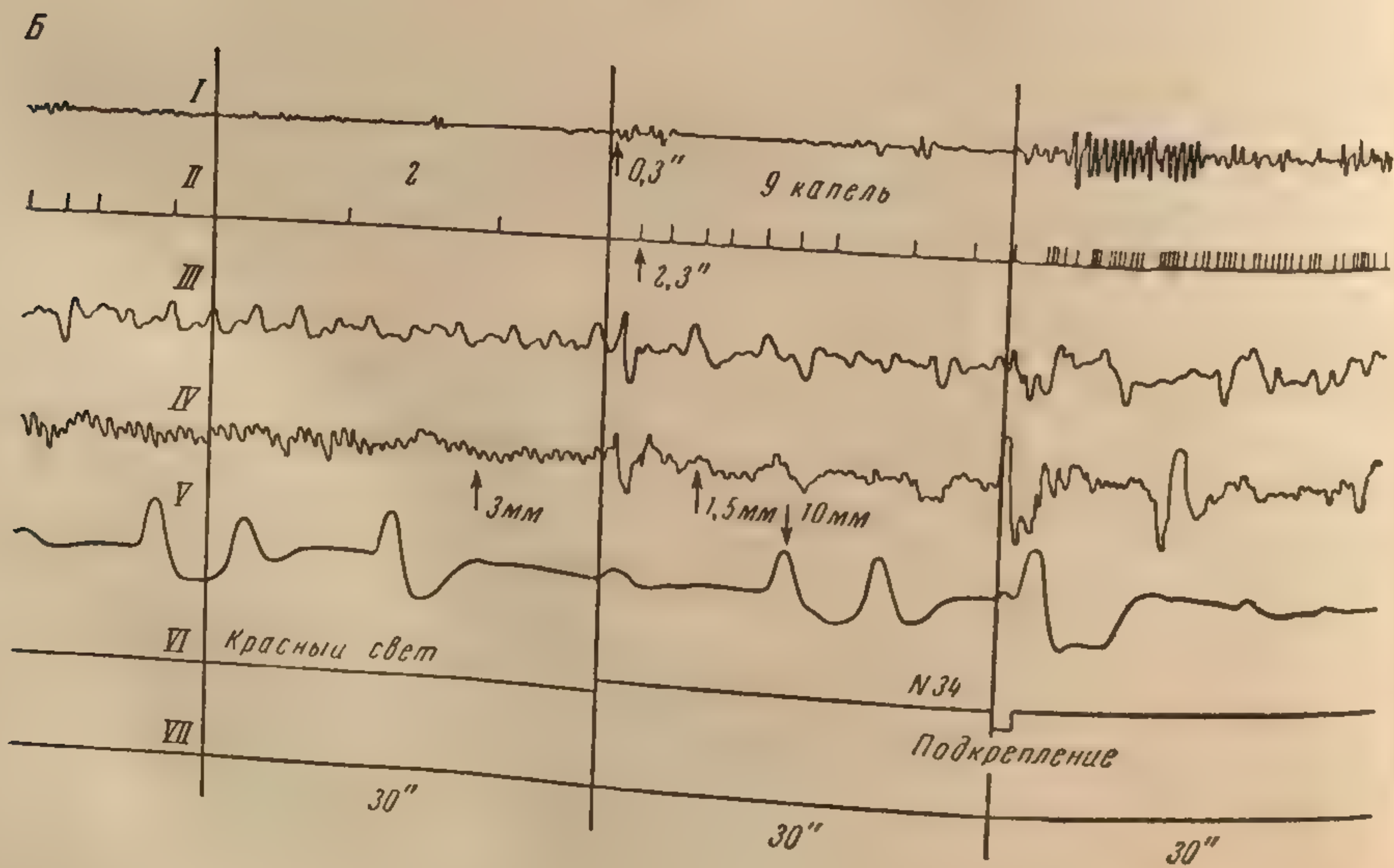
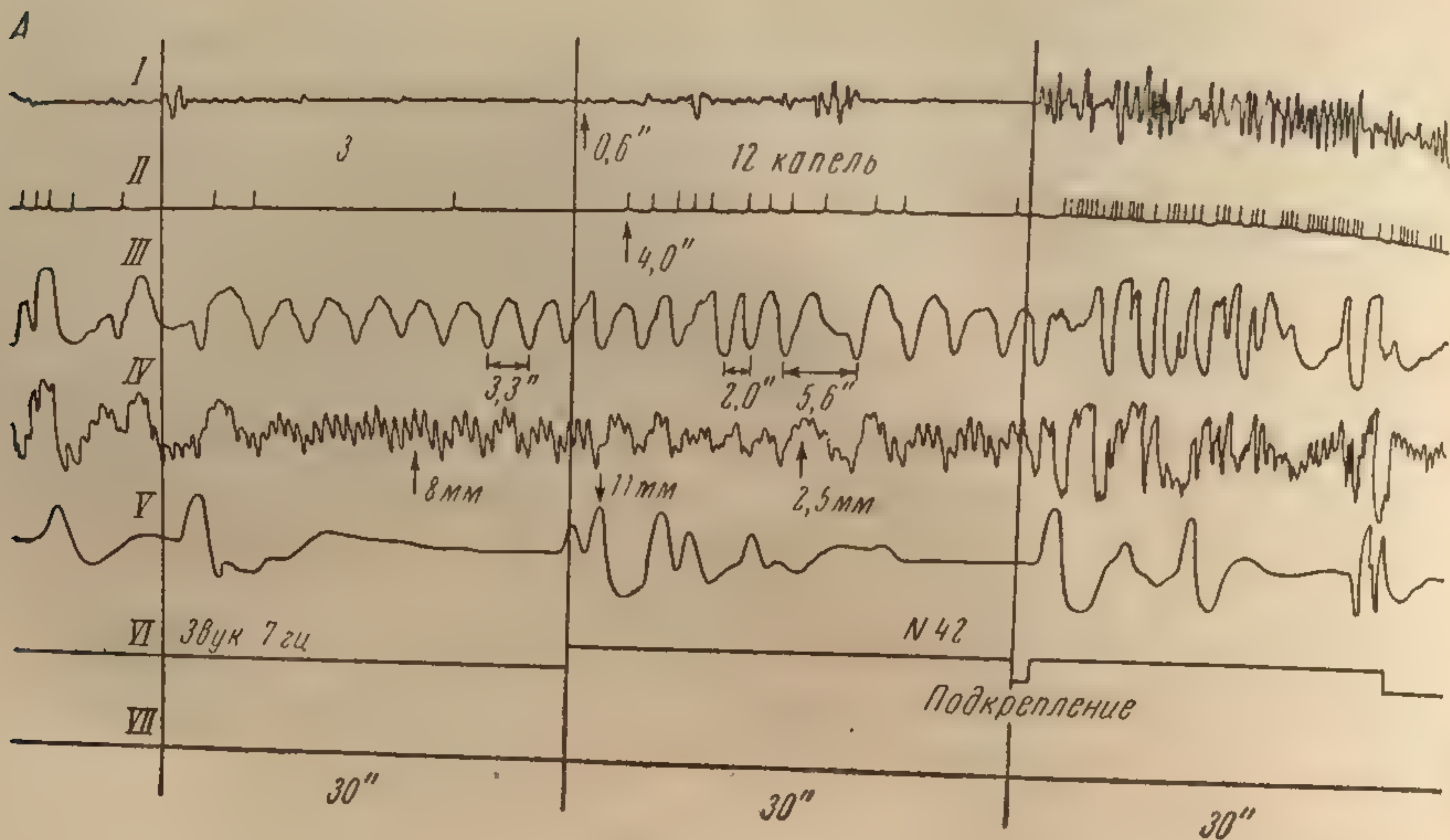


Рис. 85. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Наташи Н., 11 лет, после умственной работы в классе и последующего занятия легкой атлетикой 45 минут (опыт 19, 18/IV 1962 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

важечная реакция (рис. 85). Дыхательный компонент (рис. 85, А, Б) проявляется не только в замедлении дыхания, но и усилении дыхательных экскурсий. Сосудистый компонент на фоне прогрессирующего расширения сосудов выражен отчетливо (рис. 85, А). Все это говорит о более значительном повышении тонуса подкорковых образований у Наташи после 45 минут легкой атлетики, чем после воздействия холодового агента в течение $\frac{1}{2}$ минуты.

У другого ребенка — Оли Г., 11 лет, такие же занятия легкой атлетикой полностью сняли явления запредельного торможения, характеризовавшего умственное утомление, и восстановили правильные корково-подкорковые взаимоотношения. После классных занятий у этой девочки систематически наблюдались тормозные фазы (преимущественно парадоксальные) в коре головного мозга, полное угнетение кожно-



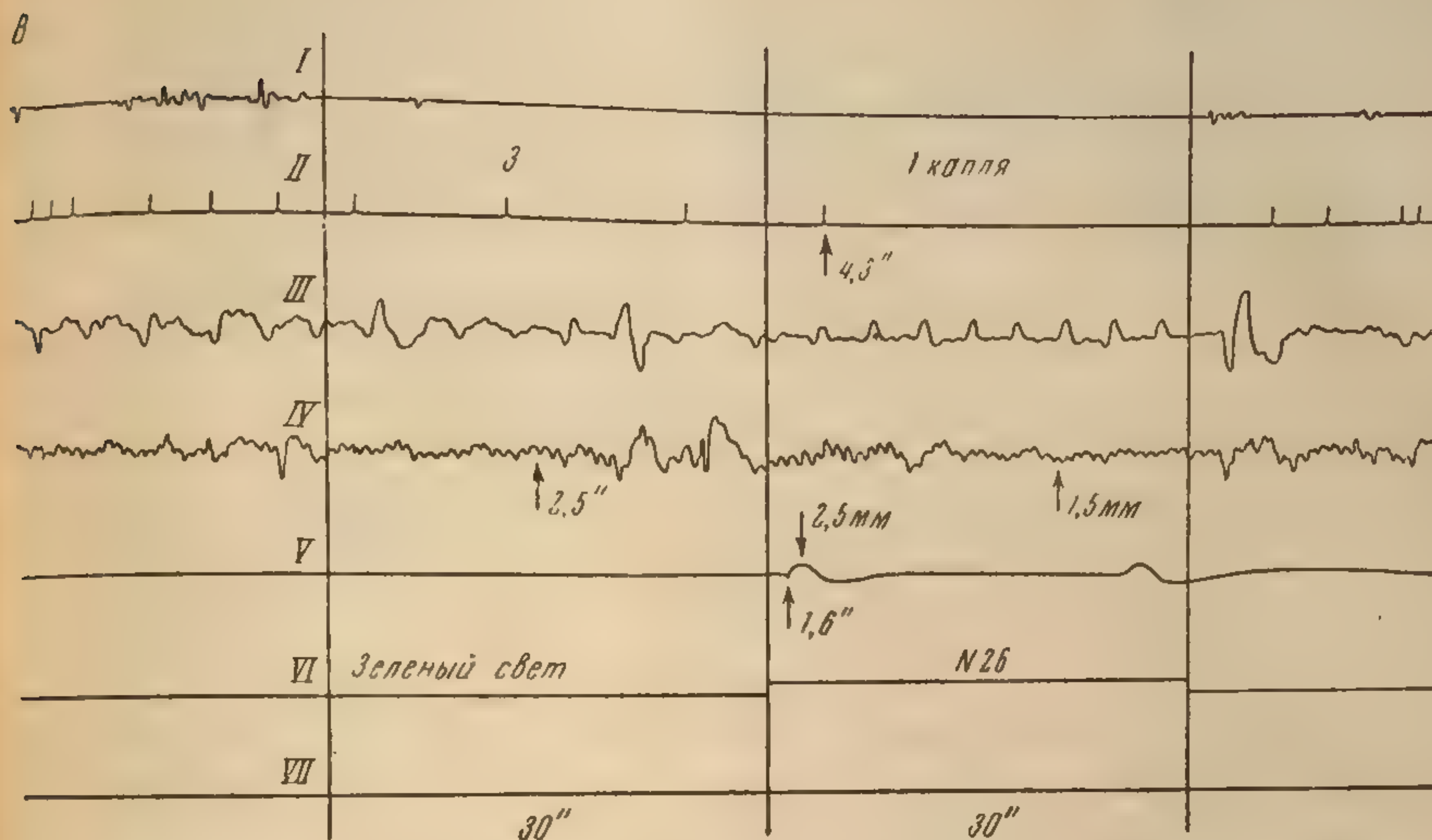


Рис. 86. Комплексное исследование высшей нервной деятельности у Оли Г., 11 лет, после умственной работы в классе и последующего занятия легкой атлетикой 45 минут (опыт 20, 23/XII 1961 г.).

Обозначения те же, что на рис. 74.

гальванической реакции, слабый сосудистый и дыхательный компоненты. В исследовании 11 от 2/XII 1961 г. на звук выделилось 2 капли условной слюны, на красный свет — 6, на зеленый свет — 2 капли. В исследовании 13 от 8/XII 1961 г. звук вызвал 4 капли, красный свет — 7, зеленый свет — 2 капли. В исследовании 16 от 16/XII 1961 г. на сильный и слабый условные сигналы выделилось по 6 капель, на зеленый свет — 4 капли. Рефлекторное действие холодового агента после занятий всегда полностью снимало утомление и нормализовало высшую нервную деятельность у Оли Г. Условные рефлексы при этом значительно повышались и достигали на звук 13 капель (исследование 17 от 19/XII 1961 г.), 14 капель (исследование 19 от 22/XII 1961 г.), 13 капель (исследование 24 от 18/I 1962 г.), на красный свет — соответственно 8; 10 и 8 капель условной слюны, на зеленый свет — 2; 2 и 1 капля. Однако неспецифическая кожно-гальваническая реакция имела не всегда, а тогда, когда она была, величина ее амплитуды колебалась от 1 до

Протокол исследования Оли Г., 11 лет

Таблица 32

Время между раздражениями в минутах	№ раздражения	Условный раздражитель	Условное слюноотделение в каплях за 30 секунд	Скрытый период рефлекса в секундах		Период дыхания в секундах		Амплитуда плетизмограммы в мм		Кожно-гальваническая реакция		Подкрепление
				рецепторного	двигательного	до раздражения	при раздражении	до раздражения	при раздражении	скрытый период в секундах	амплитуда в мм	

Исследование 20, 23/XII 1961 г., начало 13 часов 47 минут
(после 2 уроков физкультуры)

4	42	Звук 7 герц	12	4,0	0,6	3,3	5,6	8,0	2,5	Сп. р.	11,0	+
4	34	Красный свет	9	2,3	0,3			3,0	4,5	Сп. р.	10,0	+
4	26	Зеленый »	1	4,3	Нет			2,5	1,5	1,6	2,5	0
3 1/2	44	Звук 7 герц	13	3,3	8,8	3,0	4,1	1,0	1,0	Сп. р.	11,5	+
3	35	Красный свет	9	5,6	5,5	3,3	4,6	1,0	1,0	1,6	6,5	+

12 мм, дыхательный компонент в виде замедления ритма дыхания был умеренный.

После 45 минут занятий легкой атлетикой во время урока физкультуры у Оли Г. отмечалась более выраженная тонизация подкорки, чем после рефлекторного кратковременного действия холодового агента. Приводим протокол и кимограммы этого исследования (табл. 32, рис. 86).

Из табл. 32 отчетливо видно, что физические упражнения не только повысили величину условных рефлексов, но и стали соответствовать «закону силы»: на сильный условный раздражитель (звук) выделилось 12 и 13 капель условной слюны, на слабый (красный свет) — 9 и 9 капель, на тормозной (зеленый свет) — одна капля на фоне 3 капель. Оптимальная возбудимость сопровождалась значительным повышением тонуса подкорковых образований. Не только растормозилась кожно-гальваническая реакция на применение условного раздражителя, достигнув амплитуды 11—10 мм, но появилась «спонтанная» кожно-гальваническая реакция (рис. 86, А, Б). Возник также значительный неспецифический дыхательный компонент. Так, на звук ритм дыхания замедлялся с 3,3 до 5,6 секунды (рис. 86, А), увеличилась амплитуда дыхательных движений, особенно значительно (при изменении правильного ритма) на безусловное пищевое подкрепление. Появился значительный сосудистый компонент (с 8 до 2,5 мм — рис. 86, А).

Суммируя исследования Наташи Н. и Оли Г., укажем на более эффективное повышение тонуса подкорковых образований и ретикулярной формации занятием легкой атлетикой в течение 45 минут, чем кратковременным действием холодового агента на рецепторы тройничного

нерва. Однако, учитывая, что влияние холода на рецепторы тройничного нерва длилось $1\frac{1}{2}$ минуты, а влияние на проприорецепторы при мышечной нагрузке во время занятий физкультурой в данном случае 45 минут, рефлекторное действие холодового агента, особенно на кору головного мозга, следует считать более эффективным.

Заключение

Все средства, устраняющие умственное утомление, можно условно разделить на три основные группы. К первой группе относятся своевременный отдых, правильная организация умственного труда, учитывающая возраст. Вторая группа средств включает рефлекторное действие различных афферентных раздражений (холодовых, проприорецептивных, вкусовых, обонятельных), тонизирующих подкорковые образования и кору головного мозга. К третьей группе средств относятся различные фармакологические вещества, стимулирующие центральную нервную систему (кофеин, фенамин, экстракты растений — женьшень, китайский лимонник, левзея, препарат пантокрин и др.). Еще И. П. Павловым и его учениками было доказано, что, например, кофеин, повышая возбудимость клеток коры, ведет к их более быстрому истощению. Исследования кофеина, фенамина и других фармакологических веществ показало, что при систематическом их употреблении возникает последствие, что не является безвредным для детского организма. Поэтому для устранения утомления и возвращения большим полушариям и нижележащим подкорковым образованиям головного мозга оптимальной возбудимости мы отказались от фармакологических средств. Для нормализации высшей нервной деятельности было использовано сокращение учебной нагрузки на 3 часа за счет уменьшения домашних заданий и соответствующее увеличение пребывания детей на свежем воздухе (организованные игры). Спустя около 2 недель в высшей нервной деятельности детей наступила стойкая и полная нормализация. Отмечалось соответствие «закону силы» условнорефлекторных ответов не только при применении стереотипа непосредственных раздражений, но и при замене его речевым обозначением. Столкновение противоположного действия первой и второй сигнальных систем выявило тонкое взаимодействие и полное преобладание регулирующего влияния второй сигнальной системы у детей с 7 до 14 лет. Субъективно у детей исчезала усталость, появлялась бодрость, свежесть. Дети стали веселыми и жизнерадостными.

Как показали многие авторы, начиная с Тиссо (1787), кратковременное действие холодового агента на рецепторы кожи способствует устранению умственного утомления. Исследование характера корково-подкорковых взаимоотношений при кратковременном действии холодо-

вого агента через рецепторы тройничного нерва на утомленный мозг ребенка выявило следующее. Рефлекторно повышалась возбудимость больших полушарий, значительно увеличилась величина условных секреторных рефлексов, их силовые отношения стали подчиняться «закону силы». Одновременно отмечалось повышение тонуса подкорковых образований, заторможенные неспецифические вегетативные компоненты условной и безусловнорефлекторной деятельности растормаживались, а кожно-гальванический компонент зачастую имел также «спонтанный» характер. Эти закономерности у различных детей проявлялись различно. У одних восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий давало высокие величины условных рефлексов и сопровождалось выраженным восстановлением всех неспецифических вегетативных компонентов: кожно-гальванического, сосудистого и дыхательного (например, Коля М.). У других восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий также давало высокие величины условных рефлексов, это сопровождалось значительно выраженными кожно-гальваническим и сосудистым компонентами, дыхательный же компонент был выражен умеренно (например, Таня Л.). У третьих восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий сопровождалось или различной величины вегетативными компонентами (например, Слава Т.) или их «спонтанным» колебанием (например, сосудистого компонента у Риты Г.). Наконец, был случай, когда повысилась несколько возбудимость больших полушарий, восстанавливались неспецифические вегетативные компоненты, но все же оптимальная возбудимость в коре головного мозга отсутствовала (Шура Л.). Вместе с тем имела отчетливая тенденция к постепенному прогрессирующему расширению пальцевых сосудов после действия холодового агента (например, Шура Л., Рита Г., Таня Л.). Все перечисленное свидетельствовало о том, что рефлекторное устранение умственного утомления кратковременным влиянием холодового раздражителя ($+10^{\circ}$) на рецепторы тройничного нерва сопровождается восстановлением оптимальной возбудимости в коре и подкорковых образованиях головного мозга ребенка, однако тонизация активирующего отдела ретикулярной формации, сосудистого и дыхательного центров в продолговатом мозгу имеет различные варианты как по своей интенсивности, так и по распространенности на те или иные нейрофизиологические структуры.

Исследование корково-подкорковых взаимоотношений при устранении умственного утомления путем различных дозированных физических упражнений длительностью от 30 до 60 минут показало, что при этом, так же как и при действии холодового агента, наблюдается рефлекторное тонизирующее воздействие на подкорковые образования и кору головного мозга, нормализуется высшая нервная деятельность детей, восстанавливается оптимальная возбудимость в коре, повышаются ус-

ловные рефлексy, восстанавливаются и усиливаются неспецифические вегетативные компоненты рефлекторной пищевой реакции. В основном здесь наблюдались примерно те же варианты, что и при рефлекторном действии холодового агента. Однако имелись и свои особенности, что, по-видимому, связано с более длительным действием (30—60 минут) проприорецептивных раздражений. Имелась более значительная тонизация подкорки, активирующей ретикулярной формации у тех же детей. Так, если у Шуры Л. влияние в течение $\frac{1}{2}$ минуты холодового агента на рецепторы тройничного нерва оказалось недостаточным для восстановления оптимальной возбудимости больших полушарий, то после 30 минут гимнастических упражнений оптимальная возбудимость полностью восстановилась, все неспецифические вегетативные компоненты были выражены очень четко. При этом вместо постепенного прогрессирующего расширения пальцевых сосудов отмечалось постепенное нарастание выраженности кожно-гальванической реакции (сравни рис. 80 и 83). Такая же тенденция имела место и у других исследуемых (например, Оля Г. и Наташа Н.), у которых кожно-гальваническая реакция после действия холодового агента была выражена слабее.

У некоторых детей, наоборот, после мышечных упражнений постепенно нарастало прогрессирующее расширение пальцевых сосудов более сильно, чем после воздействия холодового агента (например, Толя М.). Наконец, встречались дети, у которых воздействие в течение $\frac{1}{2}$ минуты холодового агента на рецепторы тройничного нерва было значительно эффективнее, чем дозированные мышечные упражнения, хотя оба вида влияний нормализовали высшую нервную деятельность (например, Таня Ц.).

Сравнивая эффект холодового раздражителя с эффектом мышечных упражнений, нельзя не отдать предпочтение действию холодового агента по причине исключительной быстроты его наступления, действенности и безвредности. В тех же случаях, когда нельзя получить достаточно быстрый эффект от рефлекторного действия холода, следует использовать физические упражнения длительностью от 30 до 60 минут.

В действии холодового агента на рецепторы тройничного нерва оставался не полностью ясным вопрос о степени его влияния на активирующую систему ретикулярной формации мозгового ствола. Анализ этого явления посвящается X глава.

Глава X

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЛОДОВОГО АГЕНТА НА РЕБЕНКА

В предыдущей главе было показано, что кратковременное холодное раздражение рецепторов тройничного нерва снимает умственное утомление. В этой главе будет продолжен анализ рефлекторного действия холода ($+10^{\circ}$) на рецепторы тройничного нерва утомленного мозга посредством изучения динамики реактивных потенциалов. Для дополнительного экспериментального анализа влияния холодного агента на ретикулярную формацию была поставлена специальная серия исследований по прекращению блокады (разблокированию) ретикулярной формации среднего мозга, вызванной как отдельными транквилизаторами, так и аминазином совместно с метамизилом при помощи рефлекторного действия холода (0°). С этой целью использовался кусочек льда, которым в течение 1 минуты обтирали лицо и уши ребенка.

Для анализа рефлекторного действия холодного агента огромное значение имеет взаимоотношение нервного и гормонального факторов, т. е. взаимоотношение высшей нервной деятельности и гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы. В связи с этим необходимо кратко остановиться на современных представлениях о комплексных адаптационных реакциях организма.

Комплексные адаптационные реакции организма (роль нервного и гуморального факторов)

В последнее время большое внимание привлекают исследования реакций организма на различные сильные воздействия, вызывающие в нем нарушения постоянства внутренней среды. Поэтому данная проблема находится сейчас в стадии интенсивной экспериментальной разработки и обоснования.

В процессе эволюции у высших животных и человека выработались адаптационные и защитные механизмы, благодаря которым осуществляются адаптационные и защитные реакции в ответ на самые разнообразные внешние влияния, если последние хотя бы кратковременно нарушают постоянство внутренней среды. Концепцию о постоянстве внутренней среды впервые выдвинул Клод Бернар (Claude Bernard, 1867), который провозгласил постоянство внутренней среды условием свободной жизни организма. Рефлекторная теория Сеченова—Павлова вскрыла основные нервные механизмы саморегуляции, координации и интеграции функций, определила общие закономерности приспособления высших животных к условиям их существования.

Однако лишь спустя 65 лет после работ Клода Бернара Вальтером Кэнноном (Cannon, 1932) был подробно сформулирован принцип гомеостазиса — постоянства внутренней среды. Кэннон показал, что единство и постоянство внутренней среды поддерживаются цепью сложных и многообразных процессов, где очень важная роль принадлежит функции симпатико-адреналовой системы.

В последнее десятилетие на общее направление исследований приспособительных реакций организма большое влияние оказали работы Ганса Селье (Selye, 1956, 1960) по изучению общего адаптационного синдрома (ОАС). Представление об этом синдроме родилось из экспериментальных исследований Селье и его сотрудников, в которых наблюдалась одинаковая стереотипная трехстадийная реакция при разнообразных сильных воздействиях на организм (холод, сильные мышечные упражнения, хирургическое повреждение и др.) — адаптационный синдром Селье. При этом увеличивалась кора надпочечников, появлялись дегенеративные и атрофические изменения в лимфатических структурах организма, наконец, возникали кровотечения и глубокие изъязвления в желудке и двенадцатиперстной кишке. Позже перечень этих стереотипных общих ответных реакций на действие сильных раздражителей расширился, но закономерные три стадии (стадия тревоги, стадия резистентности, стадия истощения) остались неизменными. Так возникло представление о стрессе (stress), определяемом на русском языке словом напряжение. Селье определяет стресс следующим образом: «Стресс — это состояние, выражающееся специфическим синдромом, который состоит из всех вызванных неспецифически изменений в биологической системе»¹. Если при весьма сильных воздействиях или ослабленном состоянии организма наблюдается патологический стресс — патологическое изменение функций, которое может закончиться фазой истощения и смертью (рис. 87), то при менее сильных и физиологических раздражителях изменение функций носит физиологический харак-

¹ Hans Selye. The stress of Life. New York, 1956, p. 56.

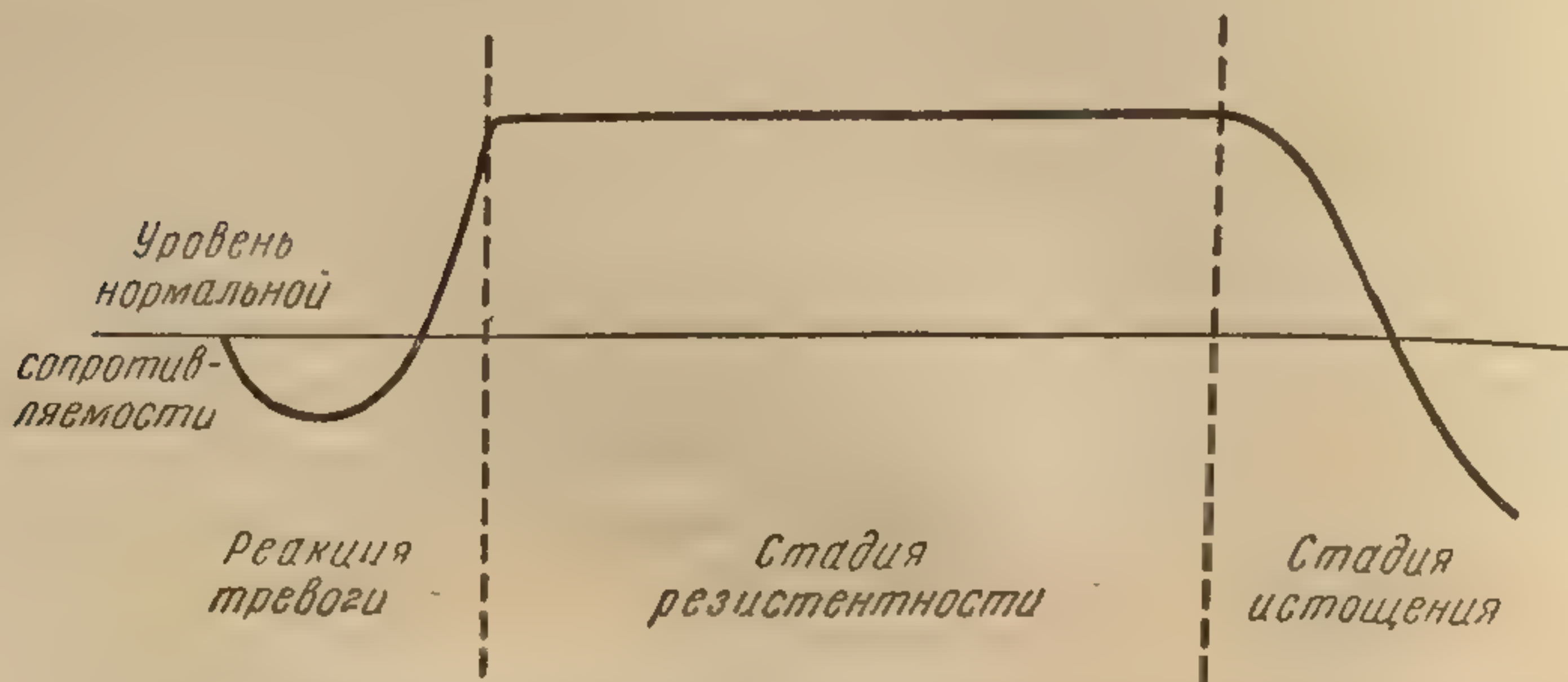


Рис. 87. Схема стадий общего адаптационного синдрома (по Селье, 1956).

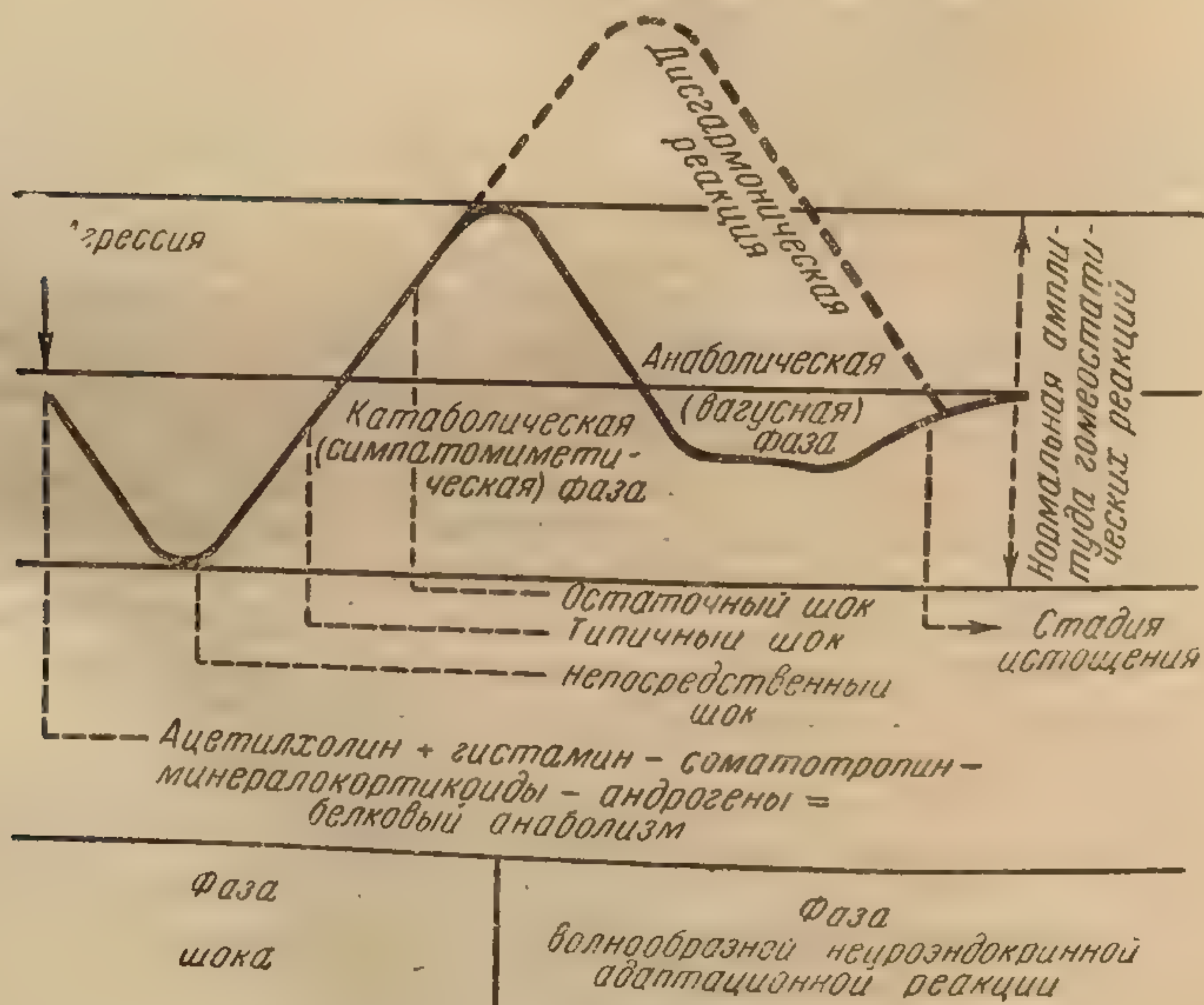


Рис. 88. Схема реакции на сильную «агрессию» (по Лабори и Игнару, 1954).

тер
стад

не п
возн
свое
спе
Важ
стре
водя
ское
ческ
разд
гипо
так
(Ла
шеч
роб
след
тин
тру

щие
сред
сост
пут
тка
щи
сор
пи
адр
кор
кор
пом

син
реа
чес
чес
тро
ме
его
син

тер и в результате стресс может заканчиваться реакцией тревоги или стадией резистентности.

При исследовании здорового ребенка нас, естественно, интересуют не патологические сдвиги в организме, а физиологические изменения, возникающие при действии обычных и в то же время стрессовых по своей природе раздражителей, приводящих к развитию «состояния не специфически повышенной сопротивляемости» (Лазарев, 1958, 1959). Важно подчеркнуть, что сдвиги в организме в результате действия стрессора (раздражителя, вызывающего состояние напряжения), приводят к повышению резистентности, что имеет огромное профилактическое значение для сохранения здоровья ребенка. При этом неспецифически повышается устойчивость организма не только к действующему раздражителю, но и к другим факторам. Это явление отмечали при гипоксии (Барбашова, 1955а, б, 1959; Петров, 1958), при применении таких фармакологических веществ, как дибазол, женьшень, витамин В₁₂ (Лазарев, 1958, 1960; Лазарев и Розин, 1960; Дашням, 1958), при мышечных упражнениях (Канторович, Каплан и др., 1956; Зимкин и Коробков, 1960; Зимкин, 1961), при действии холода (Петров, 1962). В последнее время появились указания на роль мышечной нагрузки в снятии утомления и повышении работоспособности при профессиональном труде (Летавет, 1962).

Применяемые нами холодовой агент и мышечная нагрузка, являющиеся, согласно Селье, стрессорами, нарушают постоянство внутренней среды организма (гомеостазис). Это приводит к возникновению особого состояния напряжения (стрессу, по Селье). По вегетативным нервным путям, как показал Селье, действие стрессора передается на различные ткани, в том числе на медуллярную ткань надпочечников, секретирующих адреналин и норадреналин. Нервными же путями действие стрессора передается на заднюю долю гипофиза. Но главным является то, пишет Селье, что при состоянии напряжения стимулируется инкреция адренокортикотропного гормона (АКТГ) гипофиза и под его влиянием кортикостероидных гормонов коры надпочечников, в особенности глюкокортикоидов (гидрокортизон, кортизон). Селье склоняется к гуморальному пути передачи воздействия стрессора на переднюю долю гипофиза.

Интересно отметить, что эти работы Селье об общем адаптационном синдроме перекликаются с работами других школ о приспособительных реакциях. Здесь прежде всего следует указать на адаптационно-трофическую реакцию симпатической нервной системы, изученную в классических исследованиях Л. А. Орбели (1935). Учение об адаптационно-трофической функции симпатической системы вскрыло новые стороны механизмов, обеспечивающих уравновешенность организма, постоянство его внутренней среды. Л. А. Орбели экспериментально показал, что симпатическая нервная система, будучи частью нервной системы, может

функционально изменять свойства различных органов и систем, в том числе и центральной нервной системы. Все эти изменения происходят в соответствии с потребностями приспособления органов и систем к текущим задачам функционирования организма.

В упомянутой работе Вальтера Кэннона (1932) была описана симпатико-адреналовая «реакция тревоги», изученная им в связи с исследованием «физиологии эмоций». Однако указанная «реакция тревоги» является сравнительно кратковременной. При сколько-нибудь серьезном и сильном воздействии на организм эта реакция сопровождается дальнейшими и весьма сложными процессами. Эти процессы рассматривает Лабори (Laborit, 1955; Laborit и Huguenard, 1954) в схеме «волнообразной реакции» на любую сильную «агрессию». В этой схеме автор выделяет начальную фазу первичного нарушения равновесия (нейро-гуморального шока), а позже — развитие нейро-эндокринной реакции, в которой можно различать катаболическую (симпатомиметическую) и анаболическую (вагусную) фазы. Затем следует возврат к норме, или «стадия истощения», которая может закончиться смертью (рис. 88).

Селье исключительную роль в развитии адаптационного синдрома отводит адренокортикотропному гормону, считая одновременно гуморальным и механизм опосредования действия стрессора на переднюю долю гипофиза, которая инкретирует АКТГ. Главный недостаток учения Селье заключается как раз в гипертрофии роли гуморальных механизмов приспособительных реакций и недооценке значения в них нервной системы. У Селье также отсутствует четкое разграничение симптомов, являющихся «элементами полома», т. е. патологии, и тех, какие действительно выражают суть приспособительных, т. е. физиологических, реакций. Не выясняет Селье и особенностей того состояния, в котором организм находится в стадии резистентности, т. е. повышенной сопротивляемости по отношению к неблагоприятным воздействиям. Ясно только, что высокий уровень сопротивляемости организма осуществляется не за счет повышения активности гипофизарно-адреналовой системы.

Мы не согласны с Селье, что в адаптационном синдроме — защитной и приспособительной реакции организма — основную роль играет эндокринный фактор. Холодовой раздражитель, проприорецептивный раздражитель несомненно воспринимаются нервными рецепторами афферентных путей, что было доказано электрофизиологическими экспериментами. Возникающее при этом нервное возбуждение распространяется центрально по известным афферентным путям (см. главу IV) непосредственно в кору и по обширным коллатералям в ретикулярную формацию мозгового ствола (Chang, 1957). Как было показано в IV главе, кортикофугальные пути, подходящие к ретикулярной формации, обеспечивают влияние на эту формацию психического и эмоционального

стресса. Нейрофизиология выявила действие стрессоров, которые через возбуждение ретикулярной формации стимулируют гипоталамо-гипофизарную активность, в том числе и выработку АКТГ (Magoun, 1958). Одновременно стрессоры рефлексорным путем стимулируют также деятельность мозгового слоя надпочечников. В результате этого в кровь выбрасывается адреналин. Последний в свою очередь активирует деятельность ретикулярной формации как через хеморецепторы рефлексогенных зон аорты и каротид, так и особенно непосредственно через ретикулярную формацию (Dell, Bonvallet и Hugelin, 1954). Активация деятельности ретикулярной формации среднего мозга, как показали опыты Андерсона и др. (Anderson, Bates, Hawthorn et al., 1957), усиливает секрецию передней доли гипофиза, прежде всего адренокортикотропного гормона (Porter, 1953). Можно добавить, что имеются данные, указывающие на непосредственную стимуляцию адреналином клеток гипофиза к секреторной деятельности. АКТГ вызывает секрецию глюкокортикоидов, а последние могут влиять на лизис лимфоцитов, при котором освобождаются антитела (Алешин, 1959).

В работах Кэллей и Гельгорна (Koella и Gellhorn, 1954), Наута (Nauta, 1957), О. Загера (1962) имеются данные, что афферентные раздражения рецепторов по коллатералям передаются на ретикулярную формацию и гипоталамус, а оттуда на гипофиз. В своей последней монографии О. Загер (1962) пишет, что гипоталамус регулирует секрецию всех гормонов гипофиза и, таким образом, играет важную роль в поддержании постоянства внутренней среды.

Таким образом, главным структурным компонентом адаптационной реакции «напряжения» (стресс) следует считать ретикулярную формацию, которая активируется с периферии афферентными раздражениями, с коры — кортикофугальными проекциями, а также рефлексорно выделяющимся адреналином и ацетилхолином. Как показали последние опыты Вента (Went, 1961), введение в кровь адреналина или раздражение симпатического ствола вызывает мобилизацию антагониста — ацетилхолина. Выделение же в кровь ацетилхолина, осуществляющееся через ганглиозные элементы периферической рефлексорной дуги, в свою очередь обуславливает расширение периферических сосудов в ответ на адренергическое раздражение. Механизм этого следующий: адреналин, введенный внутриартериально или освобожденный при раздражении постганглионарных симпатических волокон, пишет Вент (1961), вызывает, с одной стороны, непосредственное сужение сосудов, с другой — мобилизацию ацетилхолина через периферическую рефлексорную дугу (адреналиночувствительный рецептор — ганглиозные афферентные волокна — эфферентные волокна к холинергическим нервным окончаниям). Последнее и вызывает расширение сосудов в ответ на адренергическое раздражение.

Таким образом, становится ясным, что выделение рефлекторным путем у детей адреналина в ответ на действие стрессоров (холодового агента, мышечной нагрузки) через некоторое время приводит к вторичному расширению периферических сосудов, в частности сосудов пальца руки, объем которых регистрируется нами в форме фотоэлектрической плетизмограммы. Отсюда понятно, почему после действия холода или мышечных упражнений спустя 10—20 минут мы могли наблюдать прогрессирующее расширение пальцевых сосудов (см. главу IX).

Электроэнцефалографическое и клиническое изучение кратковременного действия холода на утомленный мозг ребенка

В этой серии исследований выяснялось влияние на реактивные потенциалы утомленного мозга ребенка рефлекторного действия холодового агента ($+10^{\circ}$), прилагаемого в течение минуты к рецепторам тройничного нерва. Изменение общего уровня синаптических передач, вызываемых рефлекторным действием холодового агента, учитывалось по суммарной энергии реактивных потенциалов для каждой частоты раздражителя (ΣA_s) и коэффициенту синхронизации усвоения мозгом всех частот световой стимуляции (K_s). Дети 11—15 лет обследовались до и после воздействия холодового агента на рецепторы кожи лица и ушных раковин. Реактивные потенциалы мозга записывались после 5—6 часов умственных занятий в школе, а затем через 10 минут после действия холодового агента. Первая группа (40 детей) состояла из воспитанников школы-интерната. Вторая группа (30 детей) исследовалась в отоларингологической клинике.

У 10 детей второй группы электроэнцефалографический анализ сочетался с определением в крови динамики биологически активных веществ крови (Сперанский и Пратусевич, 1961; Пратусевич и Шагал, 1964). Содержание адреналиноподобных веществ (АПВ), их обратимо окисленных дегидроформ (ДАПВ) определялось по методике Шоу (Shaw, 1938) в модификации А. М. Утевского и М. Г. Бутом (1947). Суммарный адреналин определялся по формуле $CA = AПВ + ДАПВ$. Относительное содержание неокисленного адреналина оценивалось по коэффициенту специфичности (КСп).

Согласно Шоу (1938) и Рааб (Raab, 1943), КСп есть отношение редуцирующей способности исследуемого вещества, измеряемой по восстановлению мышьяковолибденовокислого натрия при добавлении щелочи («щелочной эффект»), к редуцирующей способности того же вещества без добавления щелочей. При $КСп < 1$ свободный адреналин в крови отсутствует и там имеются неидентифицированные АПВ (хромогены), при $2 > КСп > 1$ в крови содержатся и адреналин и хромогены, при $КСп \gg 2$ в крови содержится только свободный адреналин.

Ацетилхолин крови определялся биологическим методом по Фюнеру в модификации З. В. Беляевой (1953). Основная тенденция динамики реактивных потенциалов мозга после воздействия холодового агента заключалась в некотором понижении коэффициента синхронизации и более значительном понижении их энергии в различных частях спектра (67%). В отдельных случаях (10%) отмечалась противоположная тенденция (Сперанский и Пратусевич, 1961в).

Исходный фон АПВ был от 2,2 до 18 мкг%, в среднем 8,5 мкг%.

В норме у взрослых получены колебания АПВ крови от 4 до 12 мкг%, в среднем 7,5 мкг%. ДАПВ колебались от 0 до 4,4 мкг%, в среднем 0,94 мкг%. В норме у взрослых ДАПВ крови определяются от 0,2 до 3,5 мкг%, в среднем 0,44 мкг%. КСп в исходном фоне был от 0,65 до 1,3, в среднем 0,97. Значение КСп дает возможность полагать, что во фракции АПВ крови преобладают хромогены. В норме у взрослых людей КСп был от 0,2 до 1,36, в среднем 0,98. Сравнение величин АПВ, ДАПВ и КСп крови в исходном фоне детей и взрослых свидетельствует об отсутствии значительных различий. Вместе с тем у детей была более выражена неустойчивость величин АПВ и ДАПВ, их подверженность колебаниям.

Анализ величин ацетилхолина до холодового раздражения (исходный фон) показал колебания от 0,25 до 1,2 мкг%, в среднем 0,9 мкг%, что вдвое превышает показатели его нормального содержания у взрослых (0,3—0,5 мкг%).

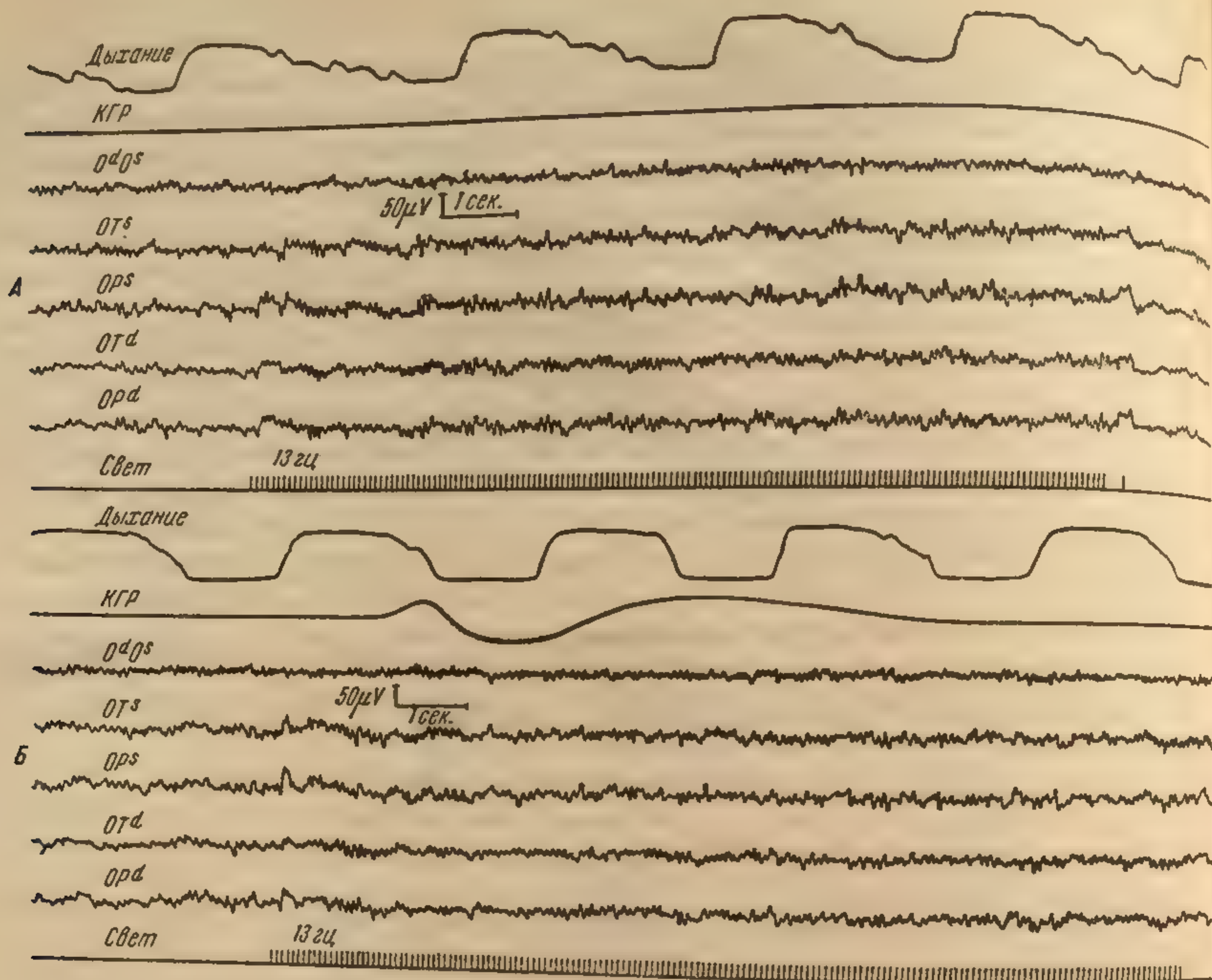
После воздействия холодового агента АПВ крови определялись от 2,9 до 12,7 мкг%, в среднем 7,4 мкг%. Важно отметить, что характерное для взрослых увеличение цифр АПВ в ответ на холодовое раздражение наблюдалось у детей лишь в половине случаев.

Уровень ДАПВ в ответ на холодовое раздражение был от 0,6 до 3,3 мкг%, в среднем 0,9 мкг%. КСп увеличивался в половине случаев.

Из приведенных цифр видно, что величины АПВ, ДАПВ и КСп примерно такие же, как у взрослых людей.

Величины ацетилхолина в ответ на холодовое раздражение имели выраженную тенденцию к увеличению по сравнению с исходным уровнем. Если у взрослых уже более низкий уровень ацетилхолина крови в ответ на холодовое раздражение понижался, то у детей при этом в 80% случаев он повышался. Уровень ацетилхолина был равен от 0,4 до 1,42 мкг%, в среднем 1,08 мкг%.

Аналогично изменению величин АПВ и КСп при холодовом раздражении изменялась частота пульса: в 50% случаев он был учащен по сравнению с фоном, в 40% — стал реже, в 10% — не изменялся. Артериальное давление крови после холодового раздражения в 70% случаев было повышено по сравнению с фоном, в 10% — снижено, в 20% — не изменено.



Переходим к рассмотрению конкретных случаев воздействия холодового раздражения на реактивные потенциалы мозга.

На представленных электроэнцефалограммах (рис. 89, А, Б) видна запись реактивных потенциалов частотой 13 герц Славы Щ., 15 лет, от 17/II 1961 г. до и после действия холодого агента. Влияние холодового раздражения ухудшило процесс воспроизведения мозгом световых мельканий, главным образом за счет уменьшения их амплитуды, что отчетливо видно визуально. Ориентировочная кожно-гальваническая реакция на включение световых мельканий до холодого воздействия была полностью угнетена, после холодого воздействия появилась кожно-гальваническая реакция с амплитудой 7 мм и латентным периодом 1,5 секунды. Появление кожно-гальванической реакции подтверждает повышение тонуса активирующей восходящей ретикулярной

форма
что н
влиян
реакт
почти
ничес
ной:
давл
нопо
7,9 д
нали
Соот
ров,
дете

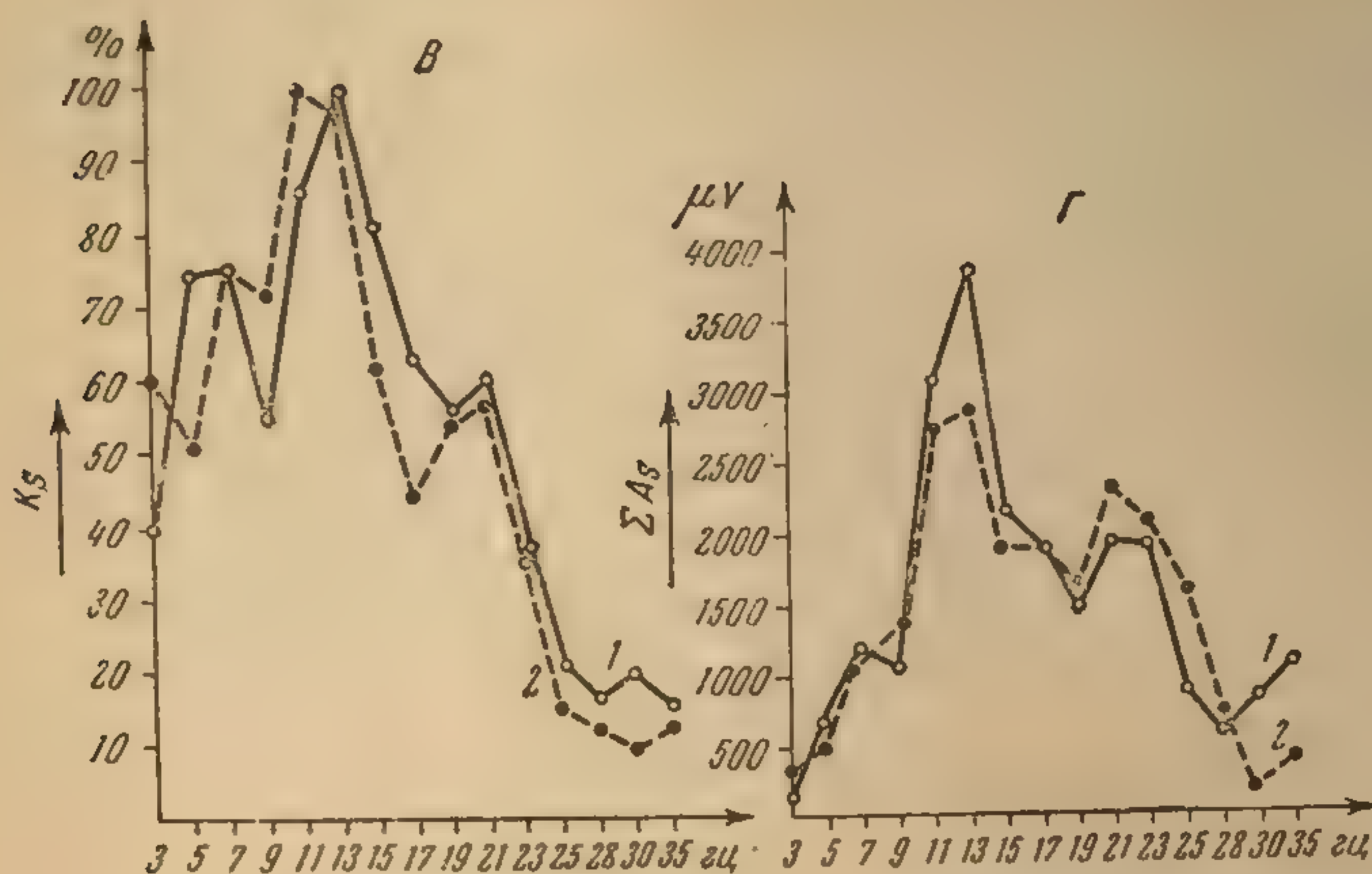
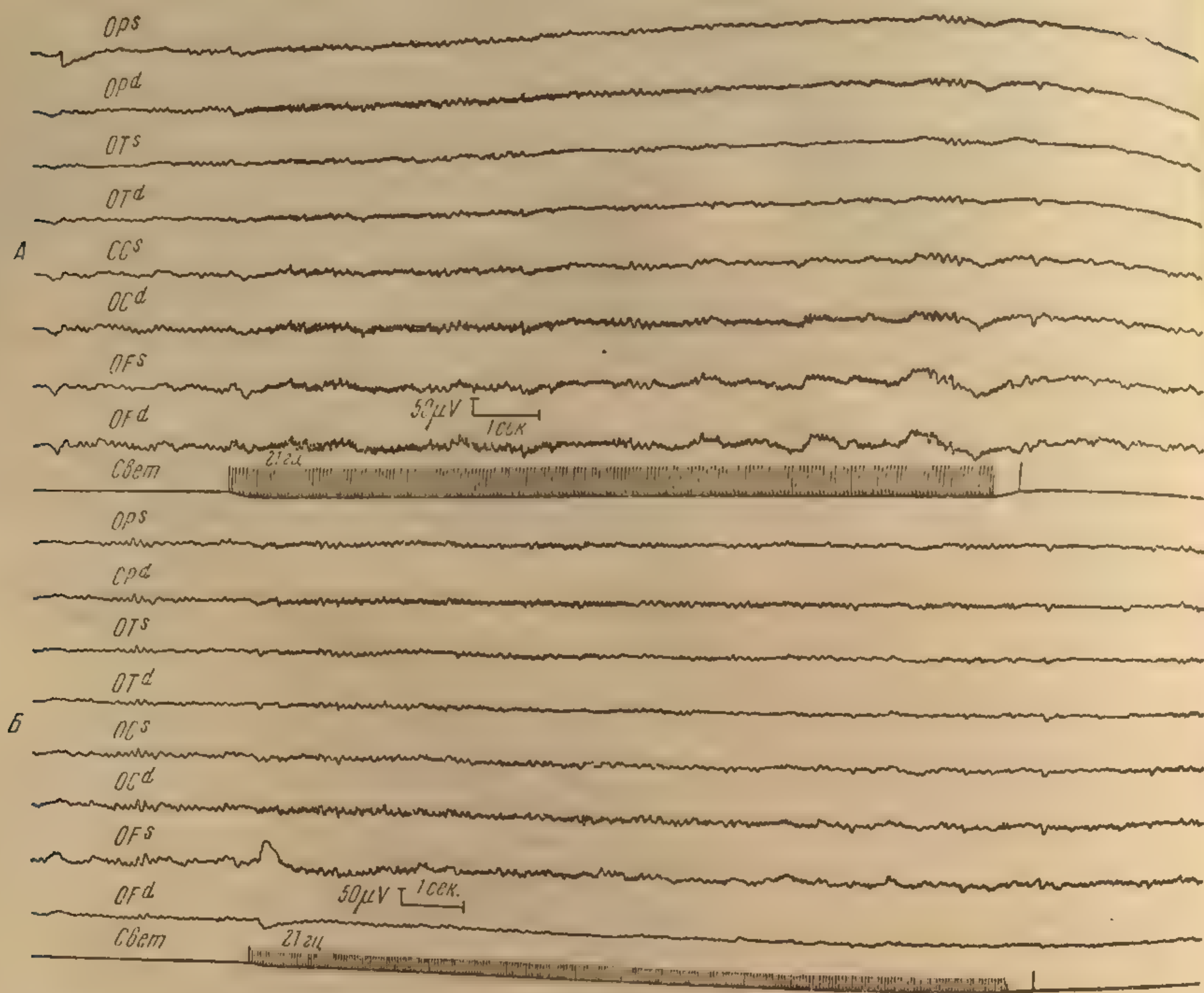


Рис. 89. Исследование реактивных потенциалов Славы Щ., 15 лет, 16/II 1961 г.

А — электроэнцефалограмма до действия холодого агента; Б — то же через 10 минут после действия холодого агента. Графики анализа: В — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Г — суммарная энергия реактивных колебаний (ΣA_s) для каждой частоты раздражителя, 1 — до действия холодого агента; 2 — после действия холодого агента.

формации мозгового ствола. Из графиков анализа (рис. 89, В, Г) видно, что на электроэнцефалограмме при частоте стимуляции 13 герц под влиянием холодого воздействия уменьшилась суммарная энергия реактивных потенциалов на 1000 мкв, коэффициент же синхронизации почти не изменился, достигая на этой частоте максимальных цифр. Клиническая реакция у Славы Щ. на холодое влияние была своеобразной: пульс замедлился с 84 до 80 ударов в минуту, артериальное же давление повысилось с 105/60 до 125/75 мм ртутного столба. Адреналиноподобные вещества показали следующие сдвиги: АПВ снизились с 7,9 до 5,5 мкг%, ДАПВ повысились с 0,5 до 3,3 мкг%, суммарный адреналин (СА) увеличился с 8,4 до 8,8 мкг%, КСп повысился с 1,2 до 1,4. Соответственно вырос ацетилхолин крови с 0,82 до 1 мкг%.

Сопоставление изменений электроэнцефалографических параметров, биологически активных веществ в крови и клинических сдвигов свидетельствует о том, что в результате рефлекторного действия холодо-



вого агента у Славы ИЦ. происходит повышение тонуса подкорковых образований и в первую очередь восходящей активирующей системы ретикулярной формации мозгового ствола и коры больших полушарий. Повышение адреналиноподобных веществ (СА — с 8,4 до 8,8 мкг%) и коэффициента специфичности в крови, обнаруживаемое сразу же в ответ на действие холодогового агента, свидетельствует о рефлекторном выбросе при этом адреналина надпочечниками. Как мы знаем, адреналин не только вторично повышает тонус подкорковых образований и коры, но и по механизму, проанализированному Вентом (1961), вызывает поступление в кровь ацетилхолина. В данном случае последний повысился в крови с 0,82 до 1 мкг%. Все это повело к увеличению диффузной афферентации (количеству пунктов возбуждения) коры головного мозга. В свою очередь, это, видимо, привело к ухудшению усло-

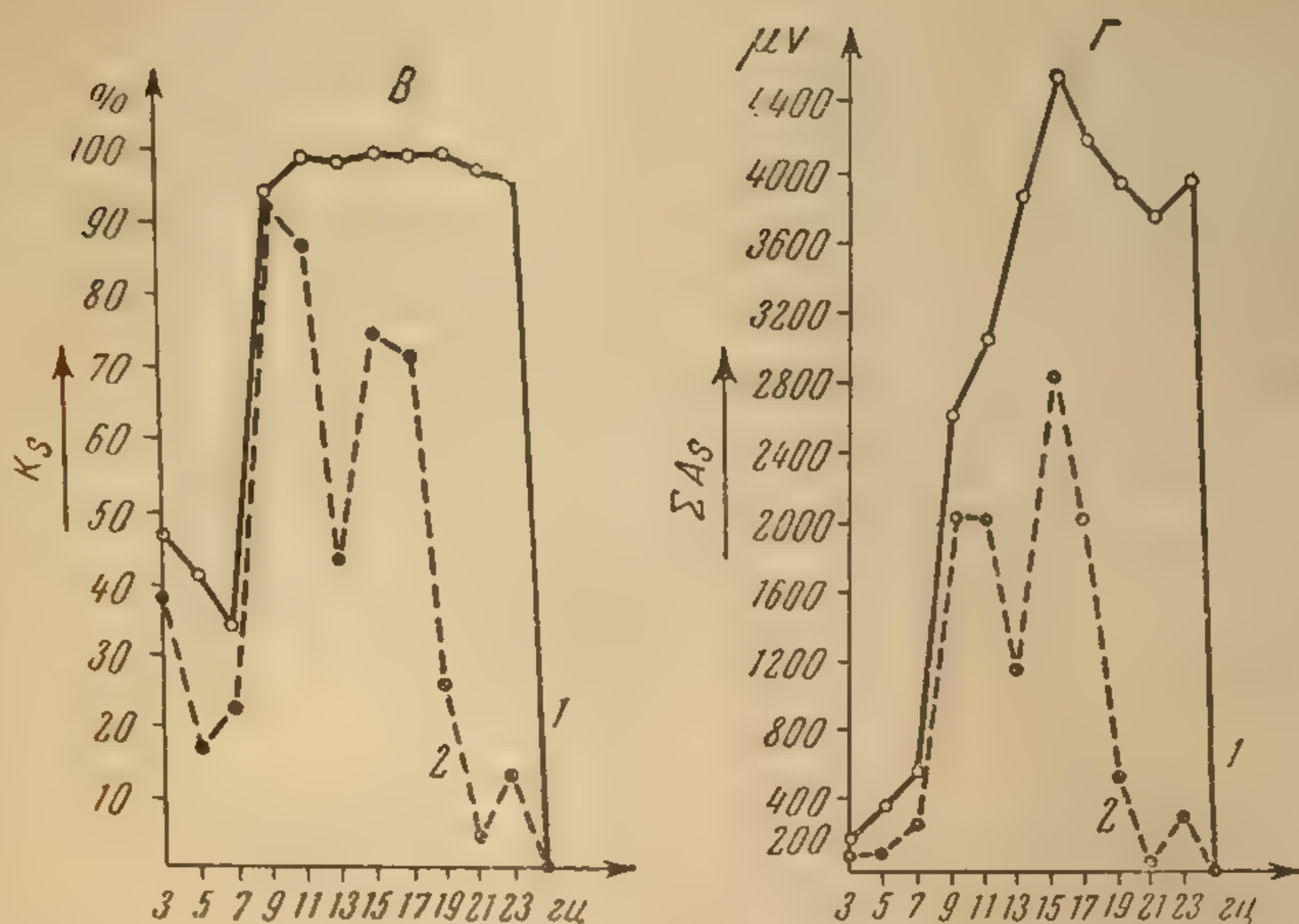


Рис. 90. Исследование реактивных потенциалов Игоря Х., 15 лет, 22/II 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 89.

вий процесса синхронизации реактивных потенциалов мозга, так как чем больше пунктов афферентации в коре и подкорке, тем больше возможности, что в них нет равнозначной частоты и синфазности разрядов нейронов. В результате уменьшилась суммарная энергия реактивных потенциалов. Таким образом, как мы видели в главах V—VIII, нет однозначных изменений между уровнем синаптических передач, тоном корковых и подкорковых образований и выраженностью, качеством процесса синхронизации реактивных потенциалов.

Для нас варианты изменения спектра реактивных потенциалов мозга под влиянием рефлекторного действия холода являются наиболее интересными. Поэтому именно их мы будем рассматривать далее.

У ребенка Игоря Х., 15 лет, утомленного 6 часами работы в классе, под влиянием холодового агента изменились качественные и количественные показатели синхронизации реактивных потенциалов головного мозга по всему спектру частот (исследование 22/II 1961 г.). Рефлекторное действие холода полностью сняло утомление, исчезло чувство уста-

лости, появилось ощущение бодрости и свежести. Во всех 8 затылочных отведениях при утомлении на электроэнцефалограмме (рис. 90, А) видно хорошее воспроизведение световых мельканий частотой 21 герц. После холодового воздействия (рис. 90, Б) резко ухудшилось качество воспроизведения мозгом ритма световых мельканий частотой 21 герц (подсчет производился по электроэнцефалограмме, записанной на 14-м канале). Коэффициент синхронизации упал с 98 до 4%, суммарная энергия реактивных потенциалов с 3800 мкв до ничтожно малой величины. В других отведениях разница была не столь разительна, но она была значительной, особенно в высокой части спектра.

На графиках анализа (рис. 90, В, Г) видно, что под воздействием холодового раздражения рецепторов тройничного нерва наблюдалось резкое уменьшение обоих изучаемых показателей синхронизации реактивных потенциалов — K_s и ΣA_s . В верхней половине спектра частот — 13—23 герц — эта тенденция выражена особенно резко.

У другого ребенка — Саши И., 16 лет, наблюдалась сходная картина: уменьшались оба показателя синхронизации (K_s и ΣA_s), но главным образом в центральной части спектра. При исследовании после 6 часов работы в классе 9/II 1961 г. наблюдалось удовлетворительное усвоение мозгом ребенка частоты световых мельканий. На электроэнцефалограмме (рис. 91, А) видны реактивные потенциалы при световой стимуляции 17 герц. Сперва воспроизведение мозгом этой частоты высококачественное, затем, спустя 2—3 секунды, оно несколько ухудшается, так как не на каждый световой стимул мозг отвечает реактивным колебанием. Однако, как показывает график коэффициента синхронизации (рис. 91, В), последний для частоты 17 герц равен 57%. После воздействия холодным агентом на электроэнцефалограмме (рис. 91, Б) видно значительное уменьшение амплитуды воспроизводимых мозгом реактивных потенциалов, а также участки перехода электроэнцефалограммы на частоту альфа-ритма. В результате коэффициент синхронизации для 17 герц уменьшается на 26% (рис. 91, В). Соответственно суммарная энергия реактивных потенциалов для частоты 17 герц после 6 часов занятий была 2820 мкв, а после холодового раздражения тройничного нерва — 1000 мкв (рис. 91, Г). Одновременно у ребенка было снято чувство усталости, появилось ощущение бодрости и свежести. График анализа реактивных потенциалов отражает наиболее значительное уменьшение показателей K_s и ΣA_s в центральной полосе частот (13—17 герц). Так, для 13 герц коэффициент синхронизации уменьшился с 76 до 38%, для 15 герц — с 63 до 33%. Суммарная энергия реактивных потенциалов для частоты 13 герц соответственно уменьшилась с 3160 до 1800 мкв, для 15 герц — с 2380 до 1800 мкв. Для частот же 7 и 19 герц показатель ΣA_s не уменьшился после холодового раздражения, а даже несколько возрос (соответственно с 940 до 1540 мкв и с 1340 до

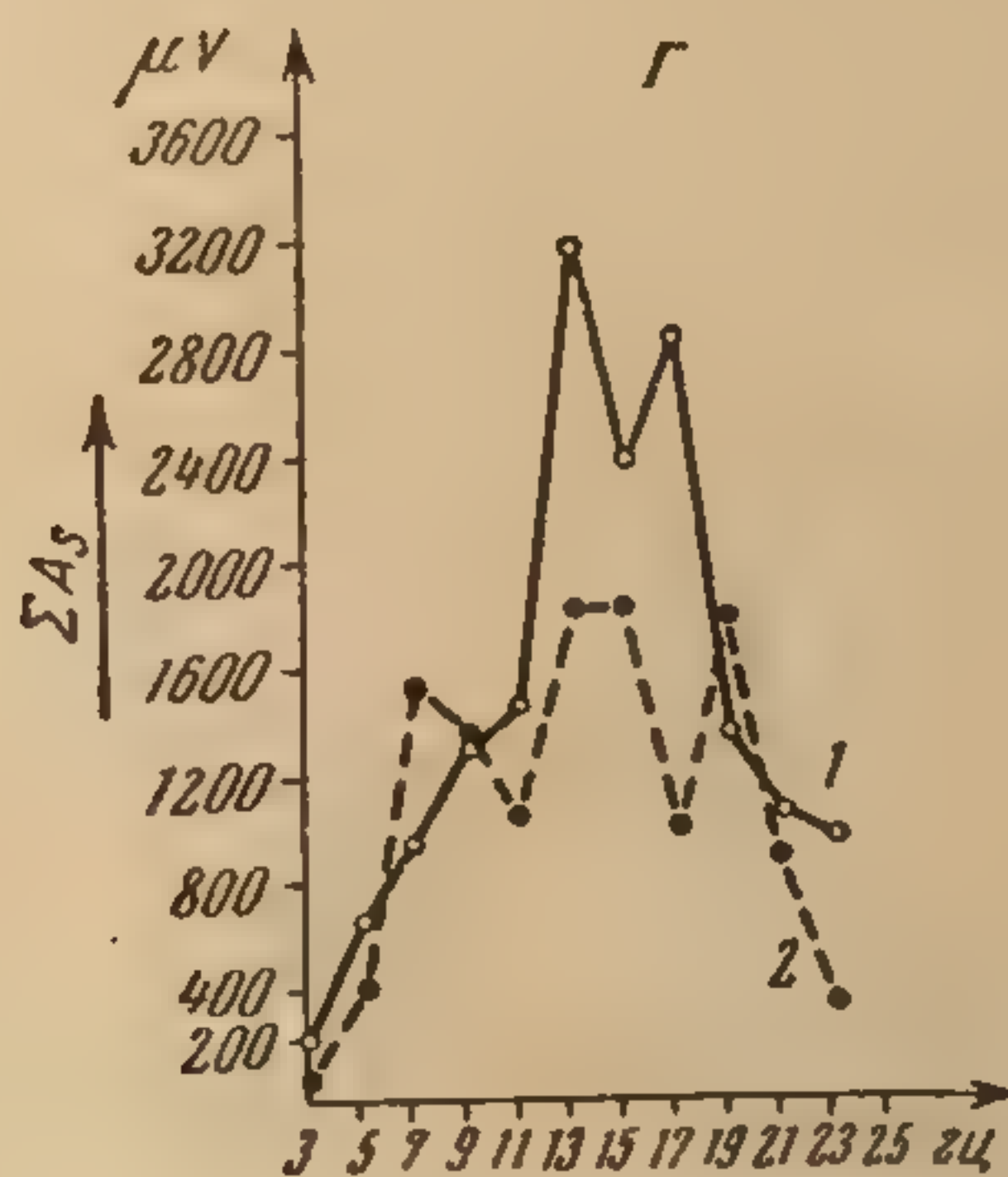
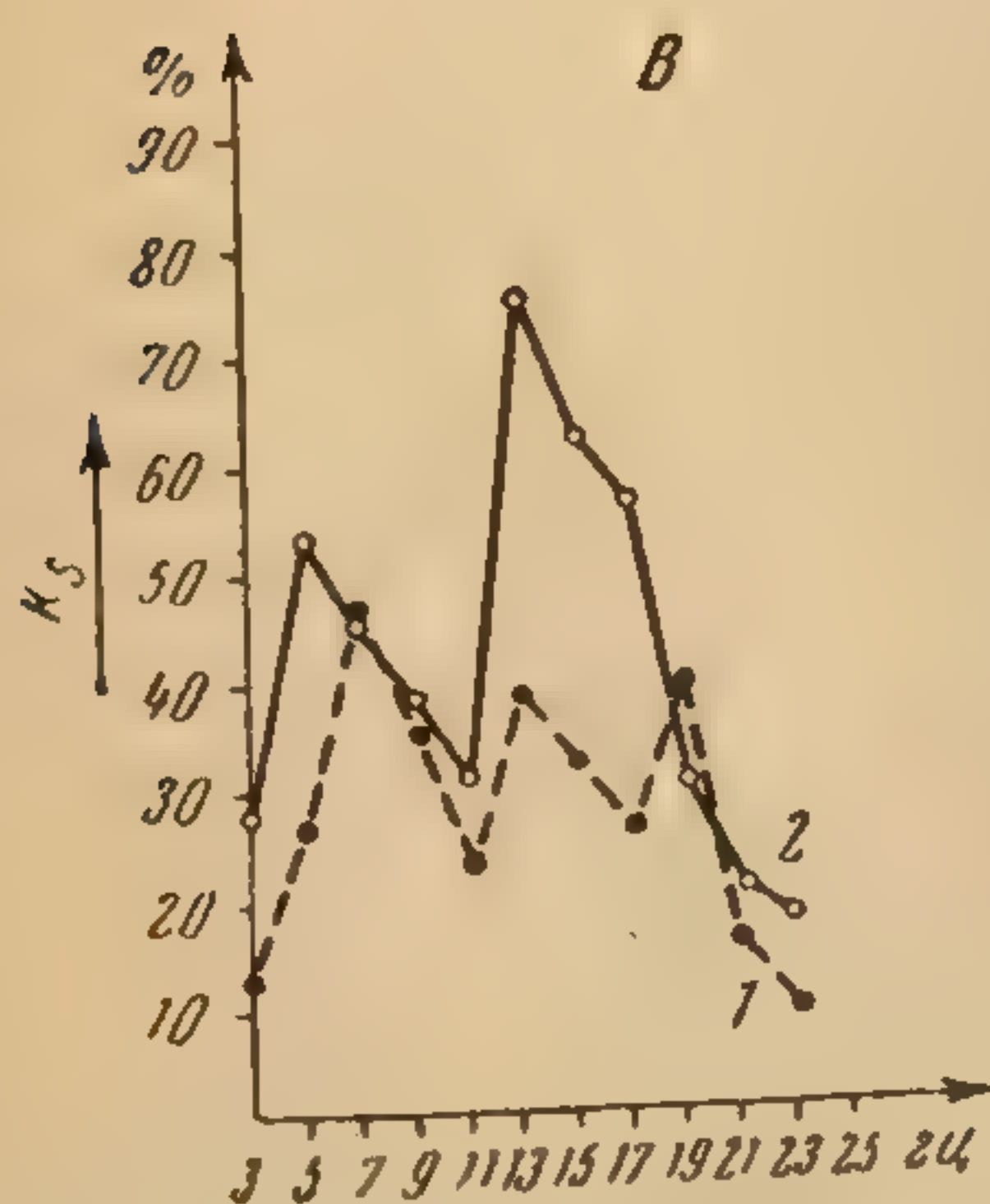
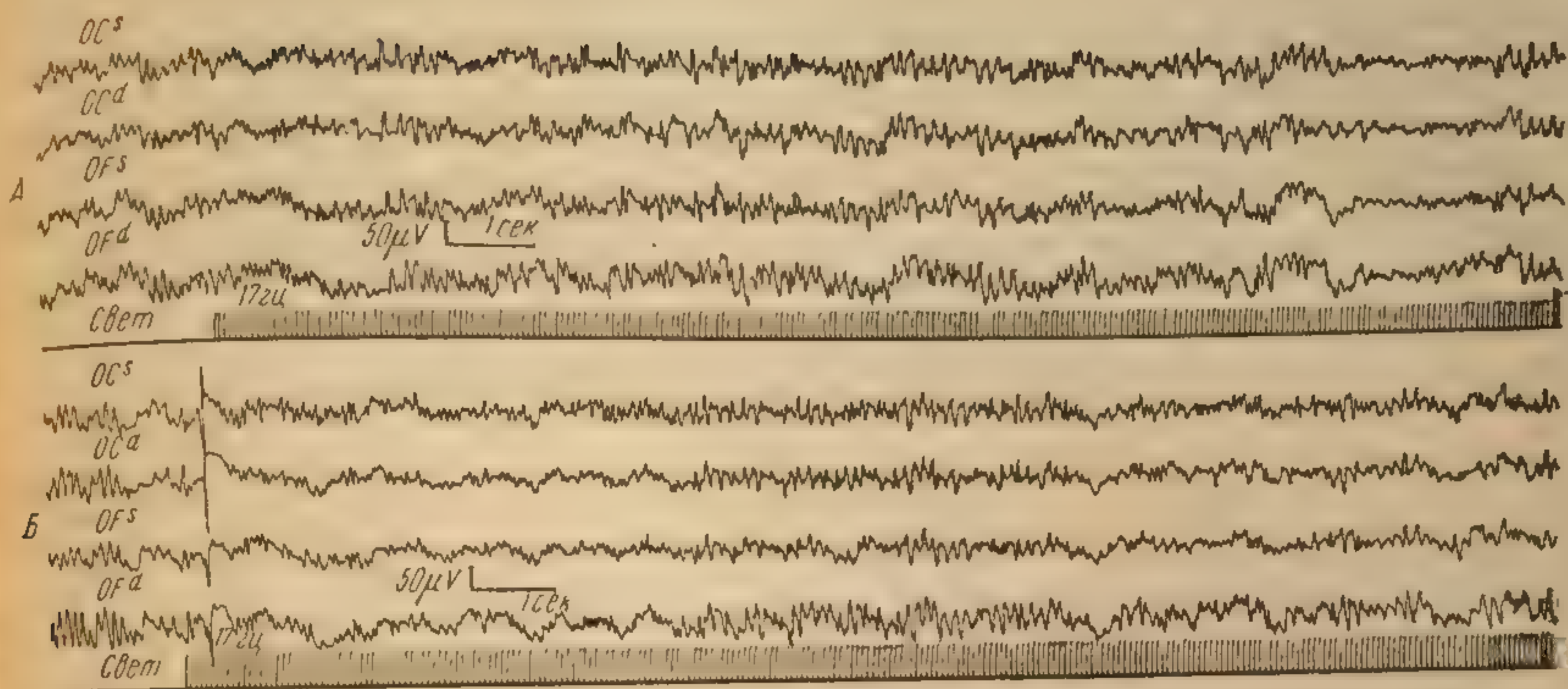


Рис. 91. Исследование реактивных потенциалов Саши И., 16 лет, 9/II 1961 г.
Обозначения те же, что на рис. 89.

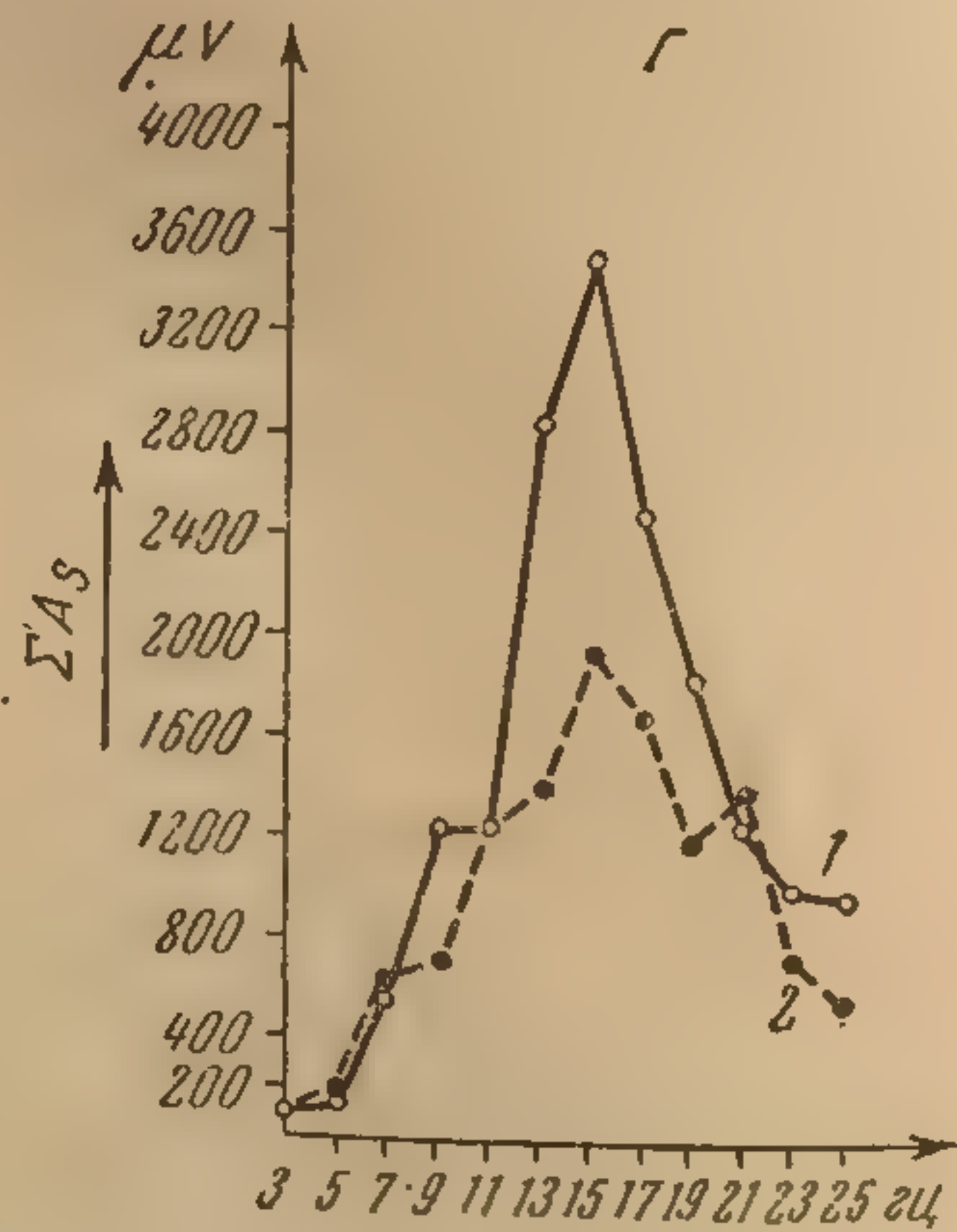
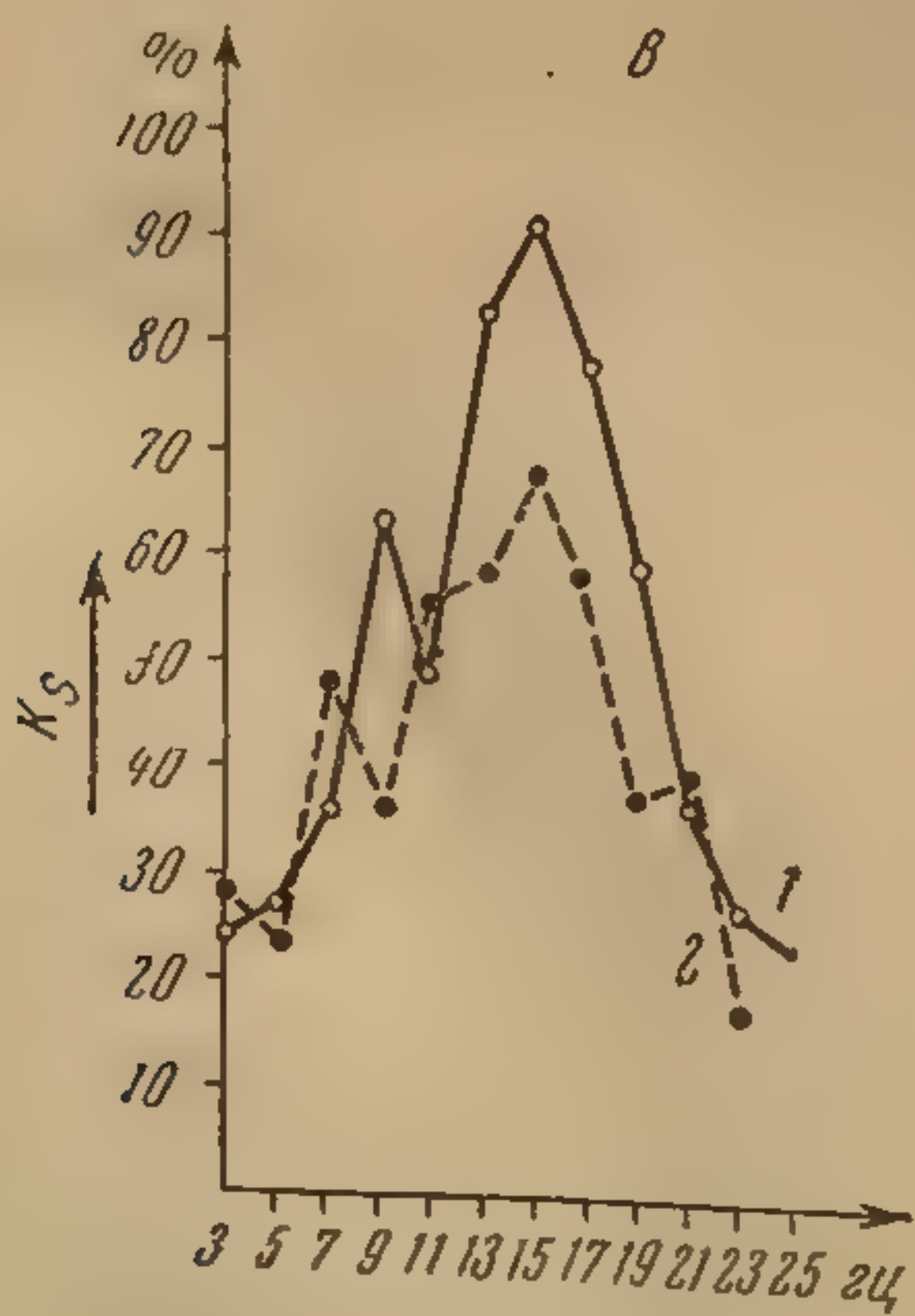
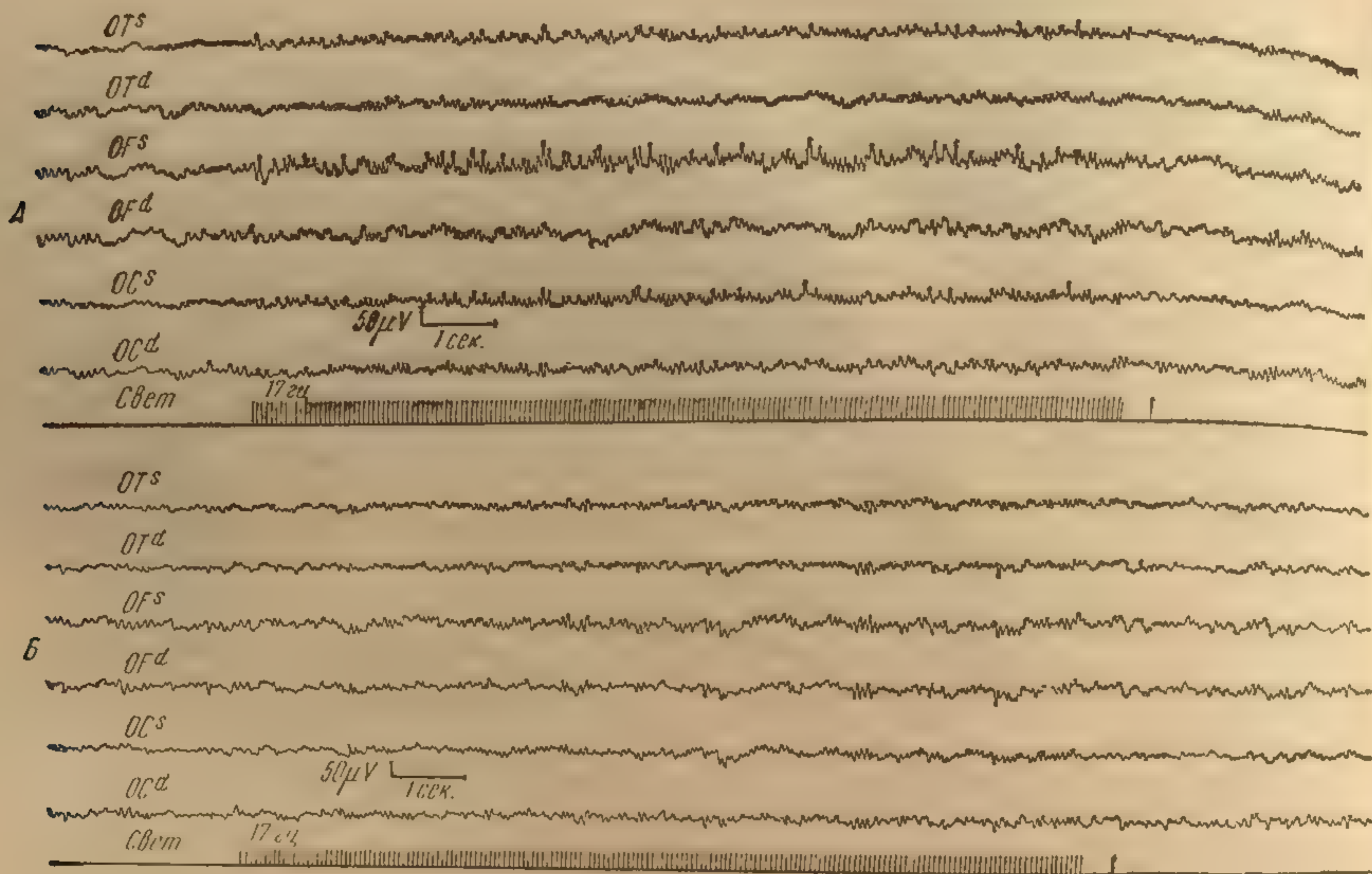


Рис. 92. Исследование реактивных потенциалов Славы М., 14 лет, 8/III 1961 г.
Обозначения те же, что на рис. 89.

1780 мкв). Однако во всех других частях спектра оба показателя синхронизации реактивных потенциалов уменьшались.

Эту же тенденцию, но с одной выраженной вершиной максимума энергии реактивных потенциалов частотой 15 герц, можно было наблюдать у Славы М., 14 лет. В исследовании этого ребенка от 8/III 1961 г. на электроэнцефалограмме после занятий видны реактивные потенциалы частотой 17 герц (рис. 92, А), особо хорошо они выражены в левом затылочно-лобном отведении. После холодового раздражения рецепторов тройничного нерва у ребенка исчезло чувство усталости и появилось ощущение бодрости и свежести. Соответственно на электроэнцефалограмме (рис. 92, Б) ухудшилось воспроизведение мозгом световых мельканий частотой 17 герц. При анализе электроэнцефалограммы путем определения показателей K_s и ΣA_s оказалось, что для частоты 17 герц коэффициент синхронизации упал с 78 до 58%, а суммарная энергия реактивных колебаний — с 2500 до 1700 мкв (рис. 92, В, Г). На вершине графика (15 герц) уменьшение обоих показателей синхронизации было соответственно с 91 до 67% и с 3500 до 1940 мкв. Для 9 герц эти показатели соответственно были следующими: снижение с 63 до 37% и увеличение с 720 до 1260 мкв, для 13 герц — снижение с 83 до 59% и с 2860 до 1420 мкв, для 19 герц — снижение с 60 до 38% и с 1860 до 1200 мкв.

Суммируя приведенные три примера воздействия холодового агента на рецепторы тройничного нерва, укажем на главную тенденцию — уменьшение обоих показателей синхронизации, лучше выраженную в центре спектра усваиваемых мозгом частот (Саша И., Слава М.) или в его верхней части (Игорь Х.).

Другой вариант влияния холодового агента на реактивные потенциалы головного мозга представлен исследованием Миши М., 14 лет. В исследовании этого ребенка от 24/II 1961 г. на электроэнцефалограмме (рис. 93, А) видно воспроизведение мозгом частоты 11 герц, удовлетворительно выраженное. Кожно-гальваническая реакция полностью угнетена. После действия холодового агента воспроизведение мозгом этой частоты стало явно хуже, амплитуда реактивных потенциалов значительно уменьшилась (рис. 93, Б). Одновременно появилась кожно-гальваническая реакция, как «спонтанная», так и ориентировочная. График анализа показывает (рис. 93, Г, В), что K_s для 11 герц уменьшился с 56 до 30%, а ΣA_s — с 3350 до 1275 мкв. Вместе с тем показатель K_s для частот 5—9, 13—17, 21—23, 28 герц после холодового раздражения стал выше, чем до него, на 5—17%. Показатель ΣA_s также имел тенденцию увеличения для частот 5, 9, 15 герц и тенденцию уменьшения для частот 7, 11, 17, 19, 23, 25, 30 герц. Таким образом, у Миши М. нет согласованной картины изменения обоих показателей. В низкой части спектра как коэффициент синхронизации, так и суммарная энергия реактивных

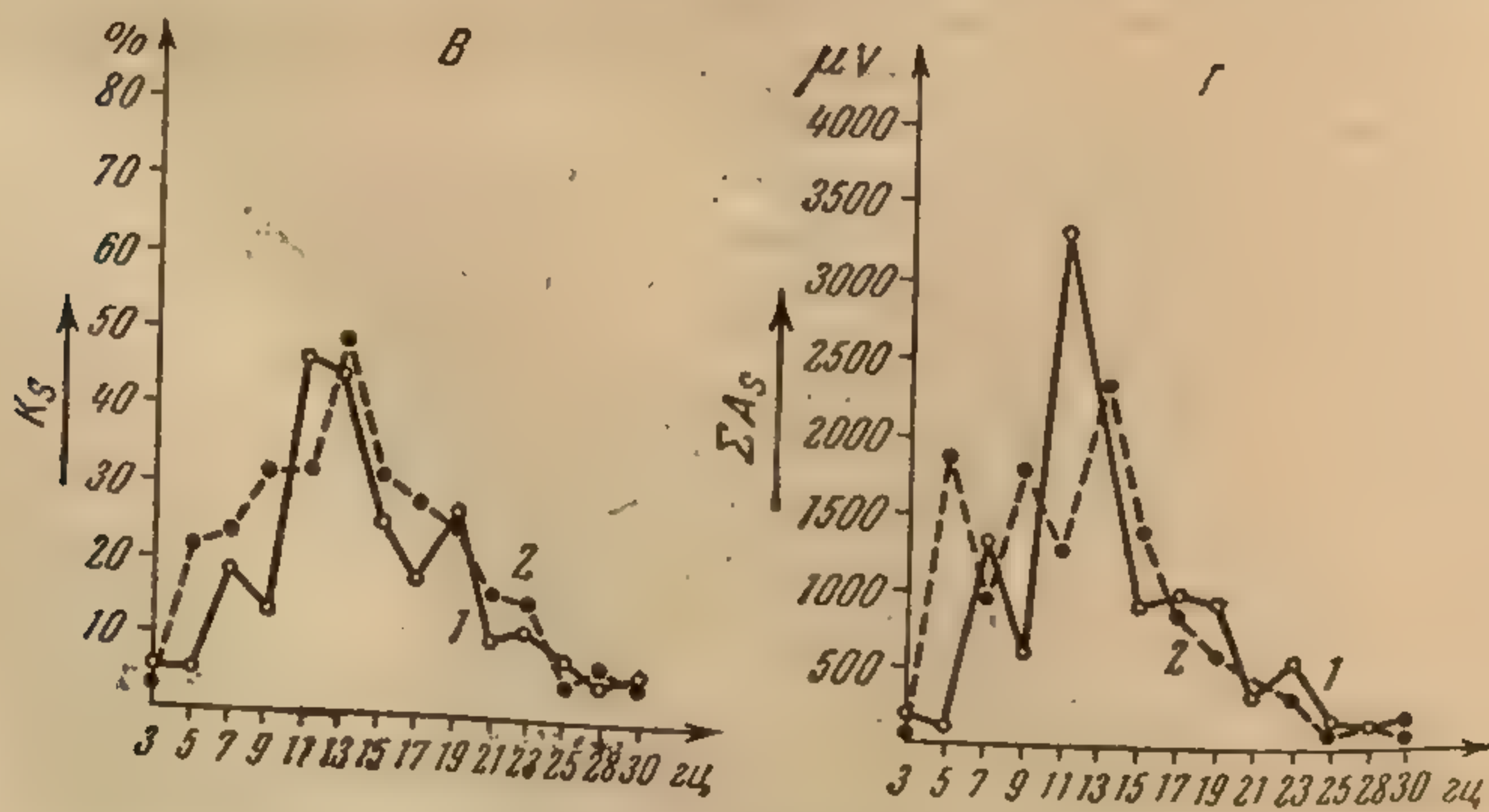
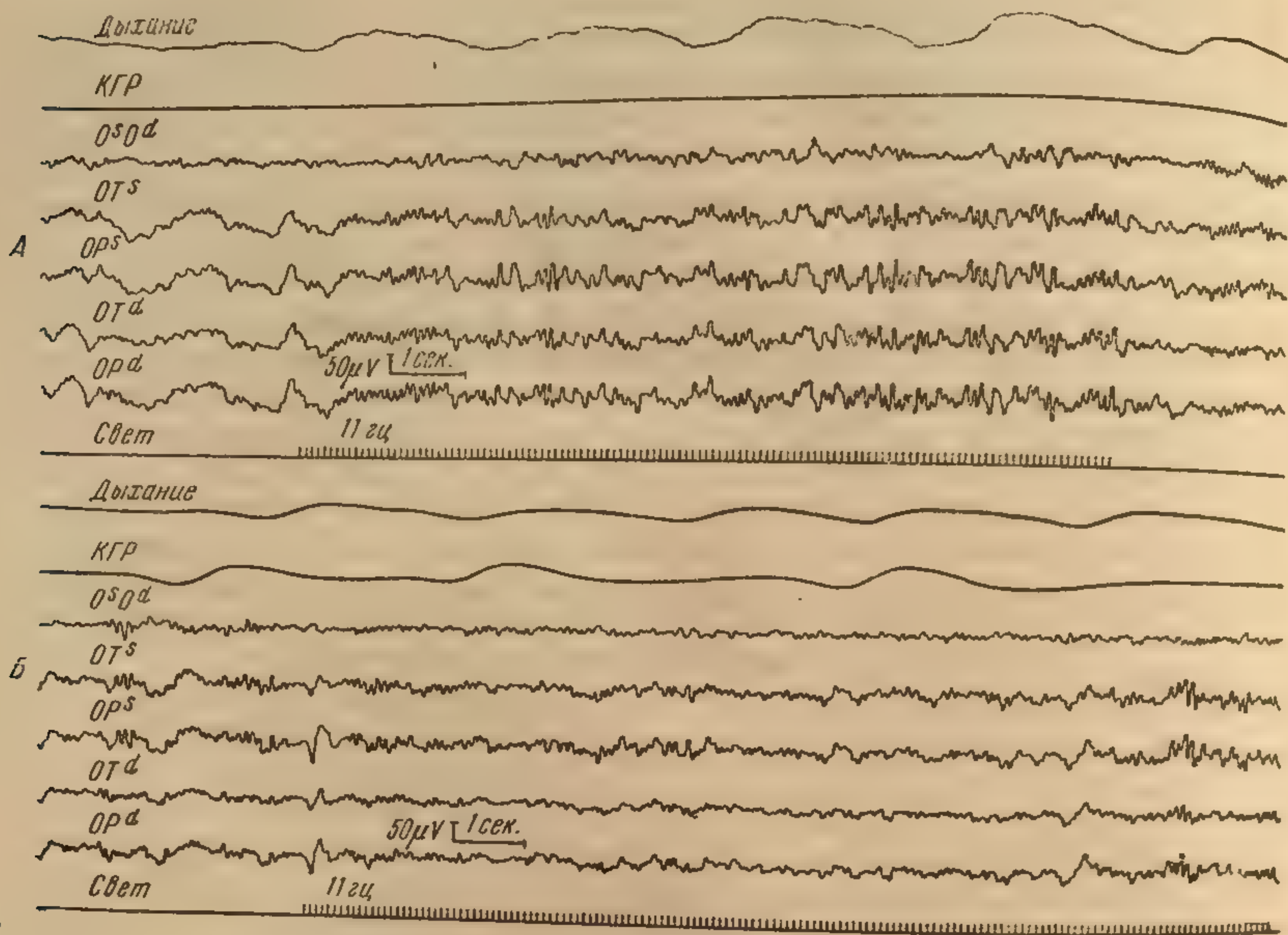


Рис. 93. Исследование реактивных потенциалов Миши М., 14 лет, 24/II 1961 г
Обозначения те же, что на рис. 89.

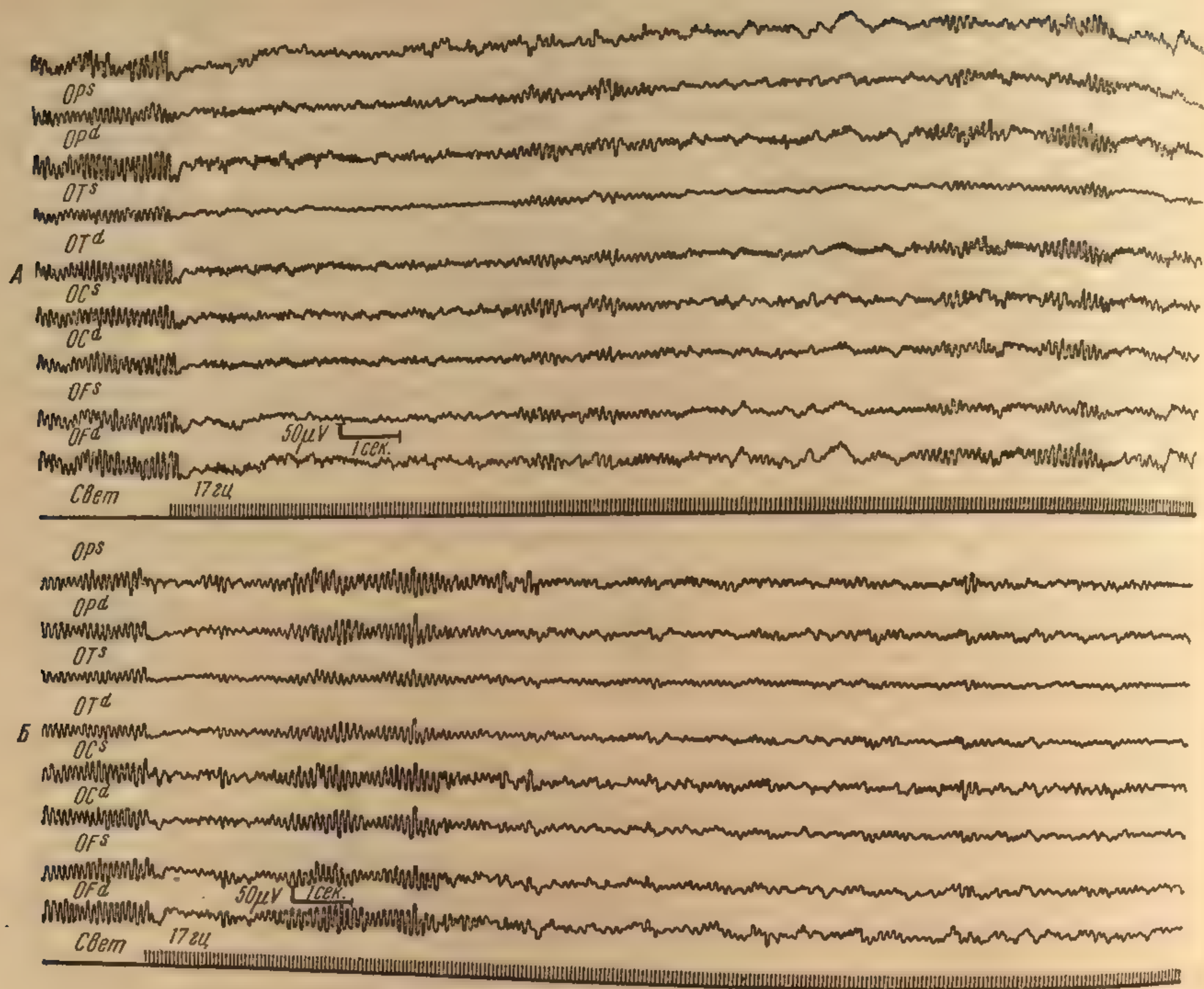
потенциал
части спек
17; 23 гер
С явл
одной час
а ΣA_s уве
У этого м
10,5 герца
усваивал
сравнени
ной элект
вых мель
амплитуд
лодового
стали в н
частоты
жения о
2500 и 15
ных поте
говорили
лодового
2400 до 3
Одн
налов и
ва резку
всех час
бенно 3
имеет м
ней част
600—160
Схо
потенци
Сходств
рианте,
холодов
перекры
воздейс
лодод
процент
ствия (у
уменьш
только
электр

потенциалов имели тенденцию увеличения. В центральной и высокой части спектра имеется известная диссоциация. Например, для частот 17; 23 герц K_s имеет тенденцию увеличения, а ΣA_s — уменьшения.

С явлением диссоциации показателей реактивных потенциалов одной частоты, но только противоположного характера (K_s уменьшался, а ΣA_s увеличивался) мы встретились при исследовании Вовы Б., 13 лет. У этого мальчика был очень хорошо выражен альфа-ритм частотой 10,5 герца. После 5 часов умственной работы в классе ребенок хорошо усваивал ритмы световых мельканий, правда, амплитуда их была по сравнению с фоновым альфа-ритмом незначительной. На представленной электроэнцефалограмме (рис. 94, А) видно усвоение частоты световых мельканий 17 герц, иногда прерываемое участками альфа-ритма, амплитуда реактивных потенциалов небольшая. После воздействия холодового агента на рецепторы тройничного нерва участки альфа-ритма стали в несколько раз больше, а усвоение плохим (рис. 94, Б). Если для частоты 17 герц показатель K_s равен 57%, то после холодового раздражения он достигает лишь 23%, соответственно показатель ΣA_s равен 2500 и 1500 мкв (рис. 94, В, Г). Вместе с тем график анализа реактивных потенциалов показывает нам явление диссоциации, о котором мы говорили выше: для частоты 9 герц K_s под влиянием рефлекторного холодового воздействия уменьшается с 70 до 58%, а ΣA_s увеличивается с 2400 до 3220 мкв.

Однако в целом оба показателя синхронизации реактивных потенциалов имеют под влиянием холодового раздражения тройничного нерва резкую тенденцию к уменьшению (рис. 94, В, Г). K_s уменьшается во всех частотах спектра, а в верхней части спектра это уменьшение особенно значительное (на 20—37%). Для показателя ΣA_s уменьшение имеет место во всех частотах спектра, кроме частоты 9 герц, а в верхней части спектра тенденция к уменьшению выражена весьма четко (на 600—1660 мкв).

Сходный, но несколько отличный вариант изменения реактивных потенциалов наблюдался у упоминавшейся в главе V Люды М., 14 лет. Сходство это заключалось в том, что так же, как и в предыдущем варианте, максимальная величина энергии реактивных потенциалов после холодового воздействия (у Люды М. это была частота 11 герц) немного перекрывала соответствующую величину суммарной энергии до этого воздействия, а для частоты 11 герц коэффициент синхронизации после холодового воздействия хотя и был вершиной графика, но на несколько процентов не достигал соответствующей величины K_s до этого воздействия (рис. 95, В, Г). Отличие же заключалось в том, что тенденция уменьшения обоих показателей синхронизации была резко выражена не только в высокой, но и в низкой части спектра. На представленных электроэнцефалограммах (рис. 95, А, Б) видно воспроизведение мозгом



частоты 17 герц непосредственно после 5 часов умственной работы в классе и после холодового воздействия на рецепторы тройничного нерва. Глазом видно, что качество усвоения мозгом данной частоты после холодового воздействия заметно ухудшается. Из графика анализа синхронизации для частоты 17 герц. Так, K_s уменьшился с 75 до 23%, а ΣA_s — с 2860 до 660 мкв.

При воздействии холодового агента встретился и вариант сдвига кривых обоих графиков влево в низкую часть спектра. В качестве примера такого варианта представляем исследование Сергея К., 13 лет, от 3/II 1961 г. на электроэнцефалограмме (рис. 96, А, Б) видно, что при стимуляции частотой 15 герц усвоение продолжается около 2—3 секунд, а затем начинается срыв на альфа-ритм. После холодового воздействия

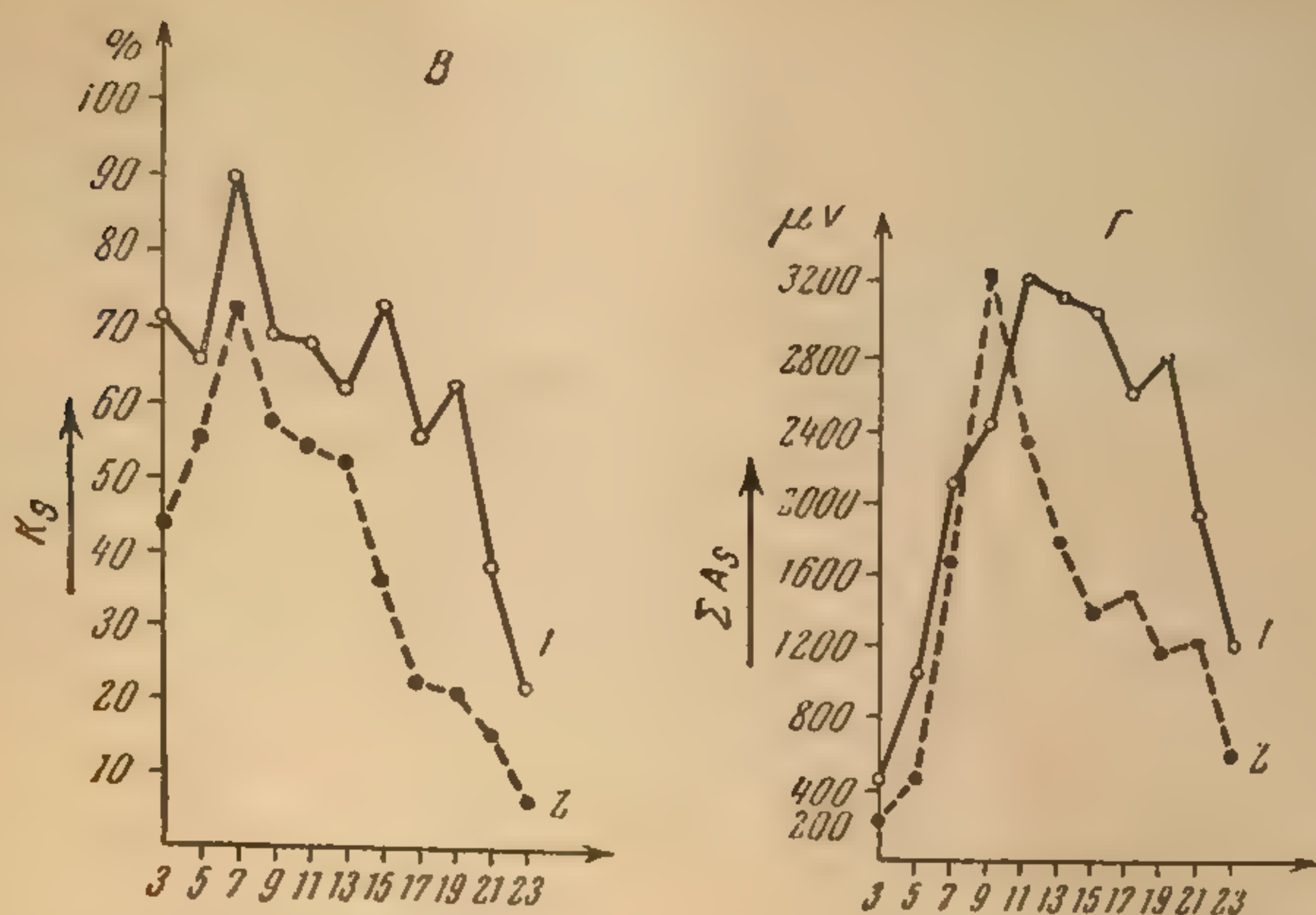


Рис. 94. Исследование реактивных потенциалов Вовы Б., 13 лет, 23/XI 1960 г.

Обозначения те же, что на рис. 89.

усвоение становится еще хуже, но усиливается ориентировочная кожно-гальваническая реакция. На графиках анализа (рис. 96, В, Г) видно, что для частоты 15 герц произошло уменьшение K_s с 56 до 17%, а ΣA_s —с 2065 до 715 мкв. Зато для частоты 11 герц, наоборот, отмечено увеличение K_s с 32 до 54%, а ΣA_s —с 790 до 2040 мкв. Одновременно в высокой части спектра (19—25 герц) также наблюдалось незначительное увеличение обоих изучаемых показателей синхронизации.

Наконец, рассмотрим еще один вариант изменения реактивных потенциалов под влиянием холодового раздражения рецепторов тройничного нерва. Для него было характерным увеличение обоих параметров синхронизации в низкой части спектра и значительное уменьшение этих параметров в результате холодового раздражения в центральной части спектра с некоторой диссоциацией в отдельных частотах высокой части спектра. Этот вариант представлен исследованием Олега Л., 13 лет, от 23/XII 1960 г. На электроэнцефалограмме видна запись реактивных потенциалов мозга частотой 13 герц до действия холодового агента (рис. 97, А). Коэффициент синхронизации и суммарная энергия реактивных потенциалов вычислялись по правому затылочно-височному от-

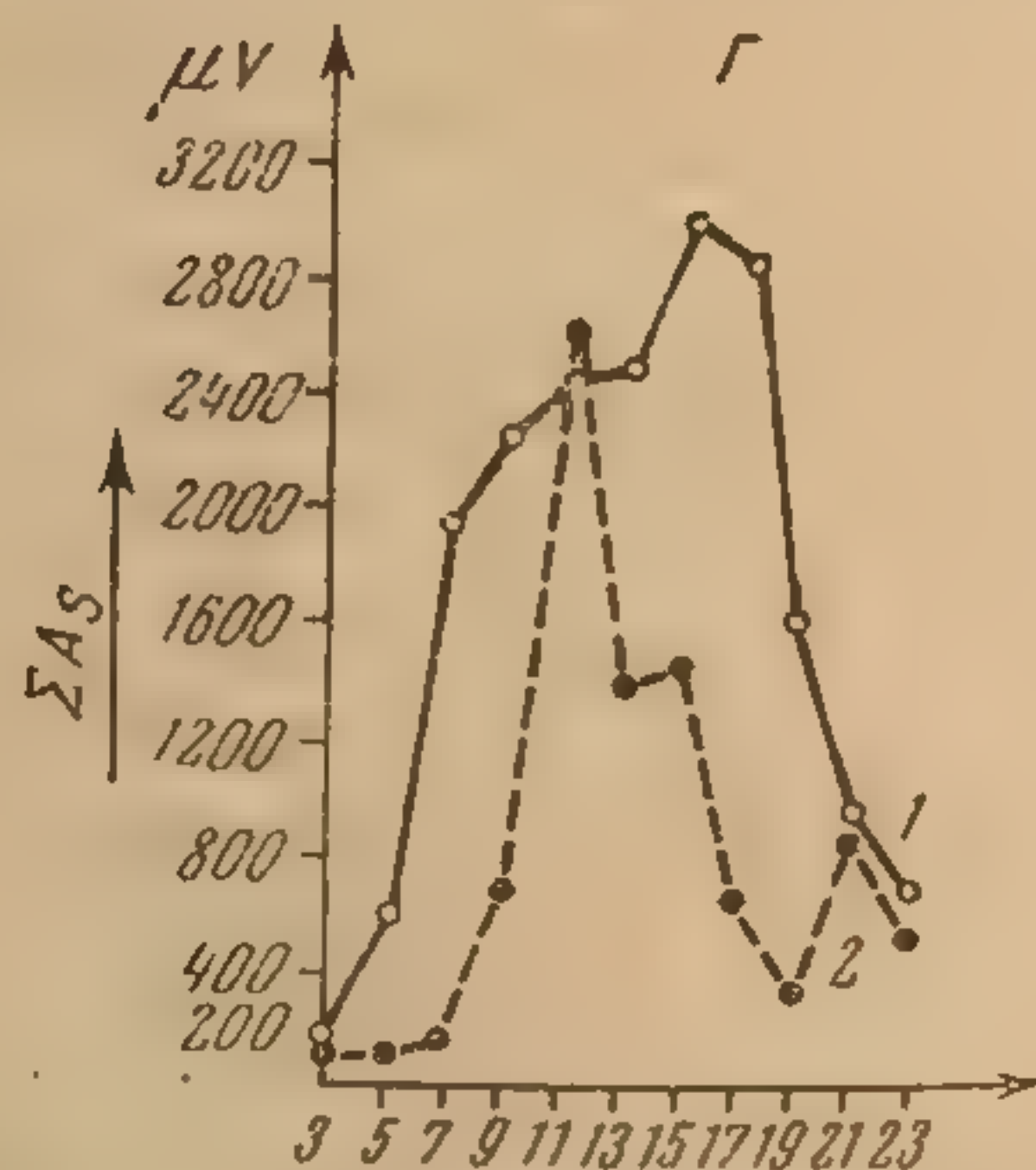
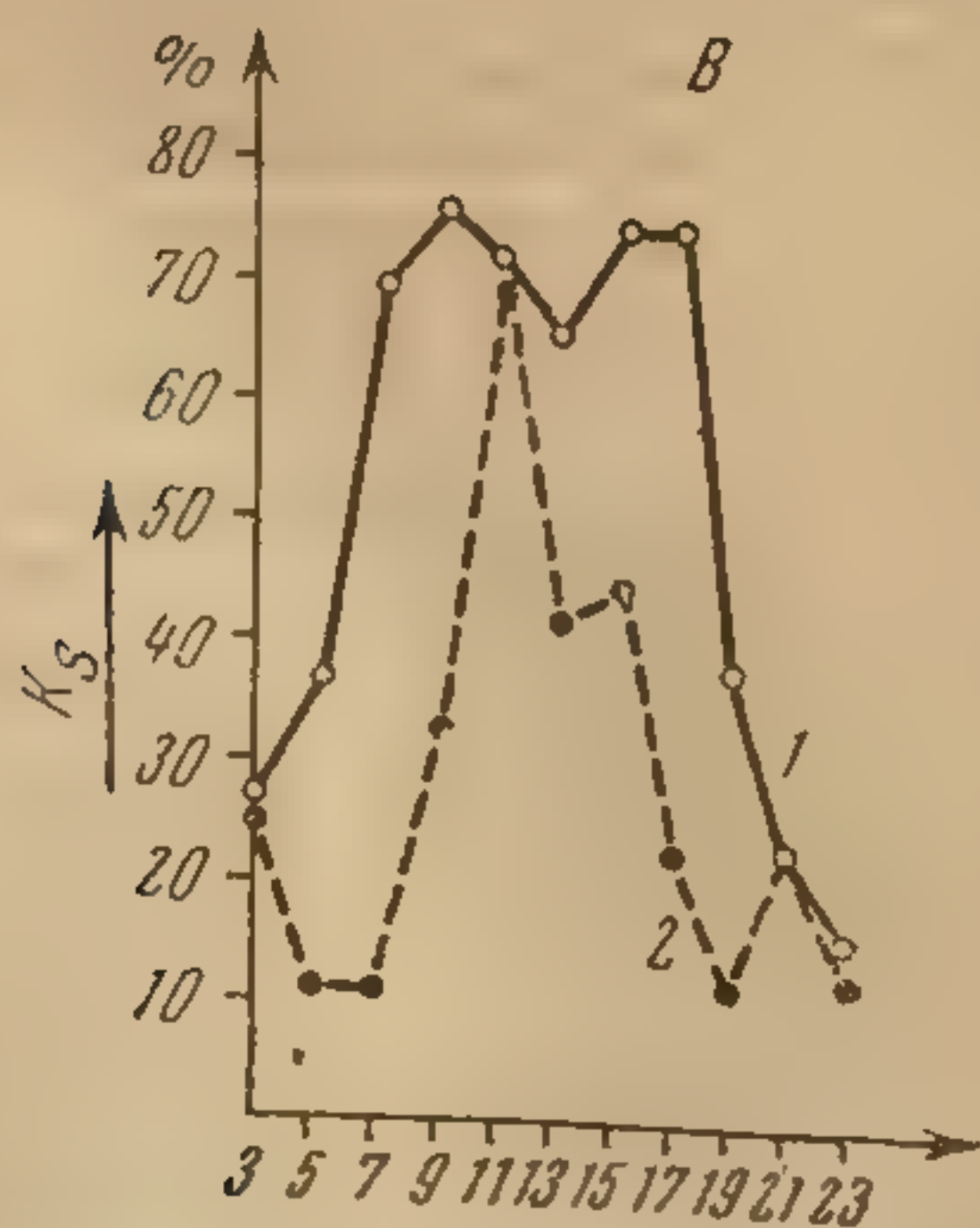
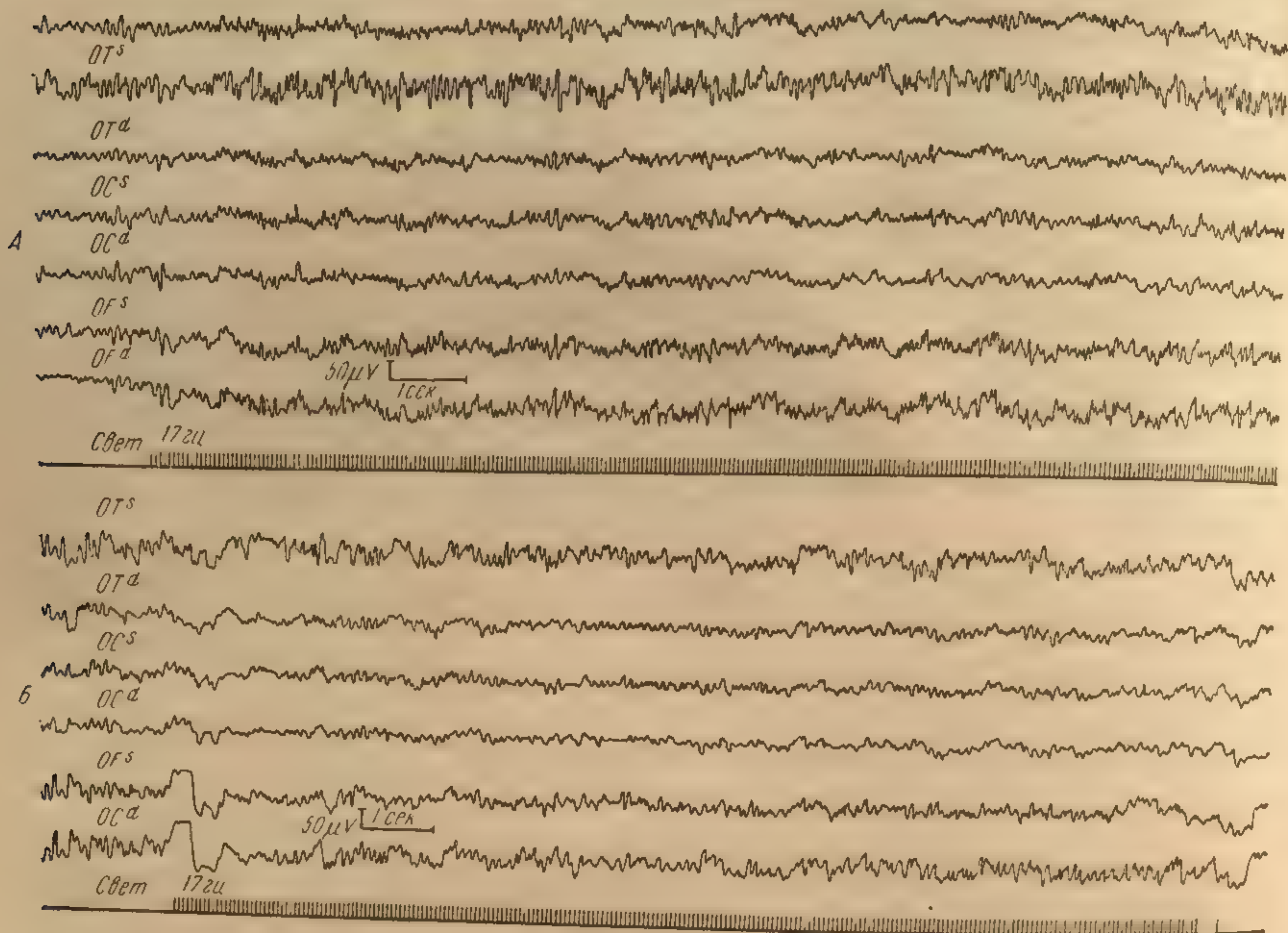


Рис. 95. Исследование реактивных потенциалов Люды М., 14 лет, 3/X 1960 г.
Обозначения те же, что на рис. 89.

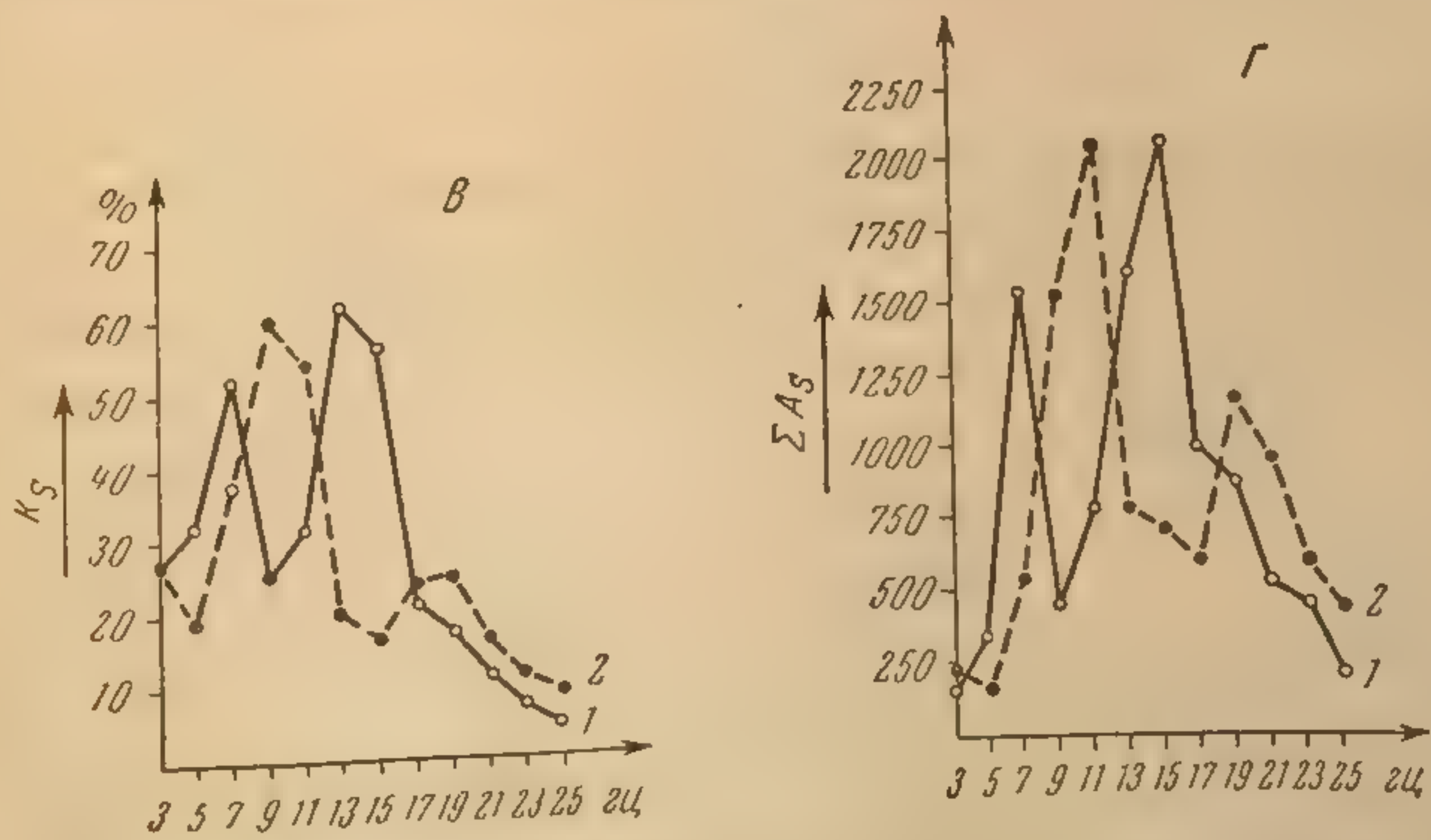
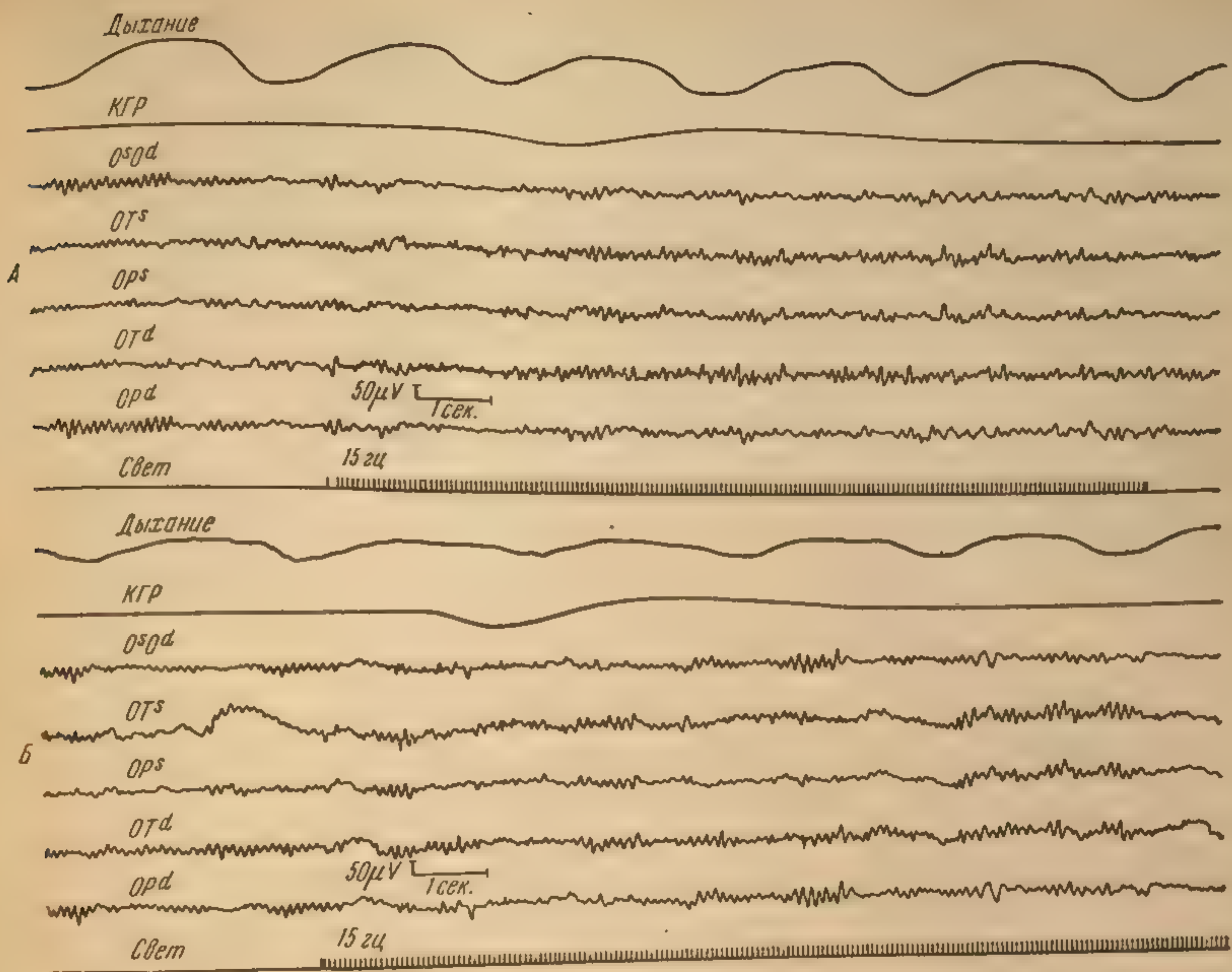
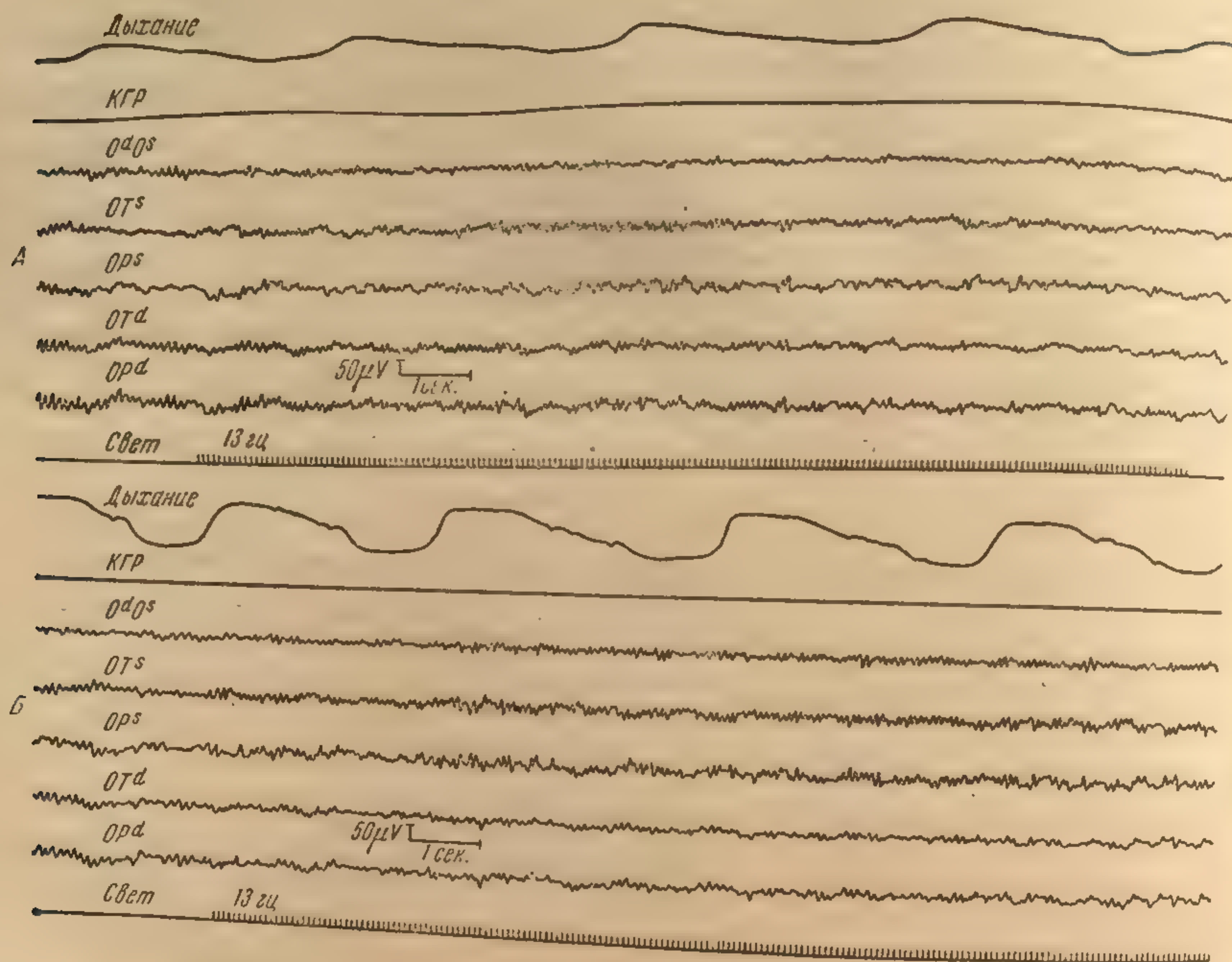


Рис. 96. Исследование реактивных потенциалов Сергея К., 13 лет, 3/II 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 89.



ведению. При этом справа усвоение было выражено лучше, чем слева. Под влиянием холодового раздражения процесс усвоения световых мельканий в правом полушарии ухудшился, а в левом полушарии наблюдалась противоположная тенденция. Ухудшение процесса синхронизации реактивных потенциалов справа при частоте 13 герц видно на электроэнцефалограмме (рис. 97, Б). Наглядно это видно из анализа реактивных потенциалов, представленного графически (рис. 97, В. Г): K_s для частоты 13 герц уменьшился со 100 до 69%, соответственно энергия ΣA_s упала с 3200 до 1900 мкв. В целом показатель K_s увеличился в частотах 3—7; 21; 25—30 герц, уменьшился в частотах 9—17; 23; 35 герц. Показатель же ΣA_s увеличился в частотах 3—9; 25; 30 герц, уменьшился в частотах 11—23; 25 и 35 герц. Диссоциация изменения обоих показателей наблюдается в частоте 21 герц: K_s имеет тенденцию увеличения, а ΣA_s — уменьшения. Падение в центре обоих показателей было доволь-

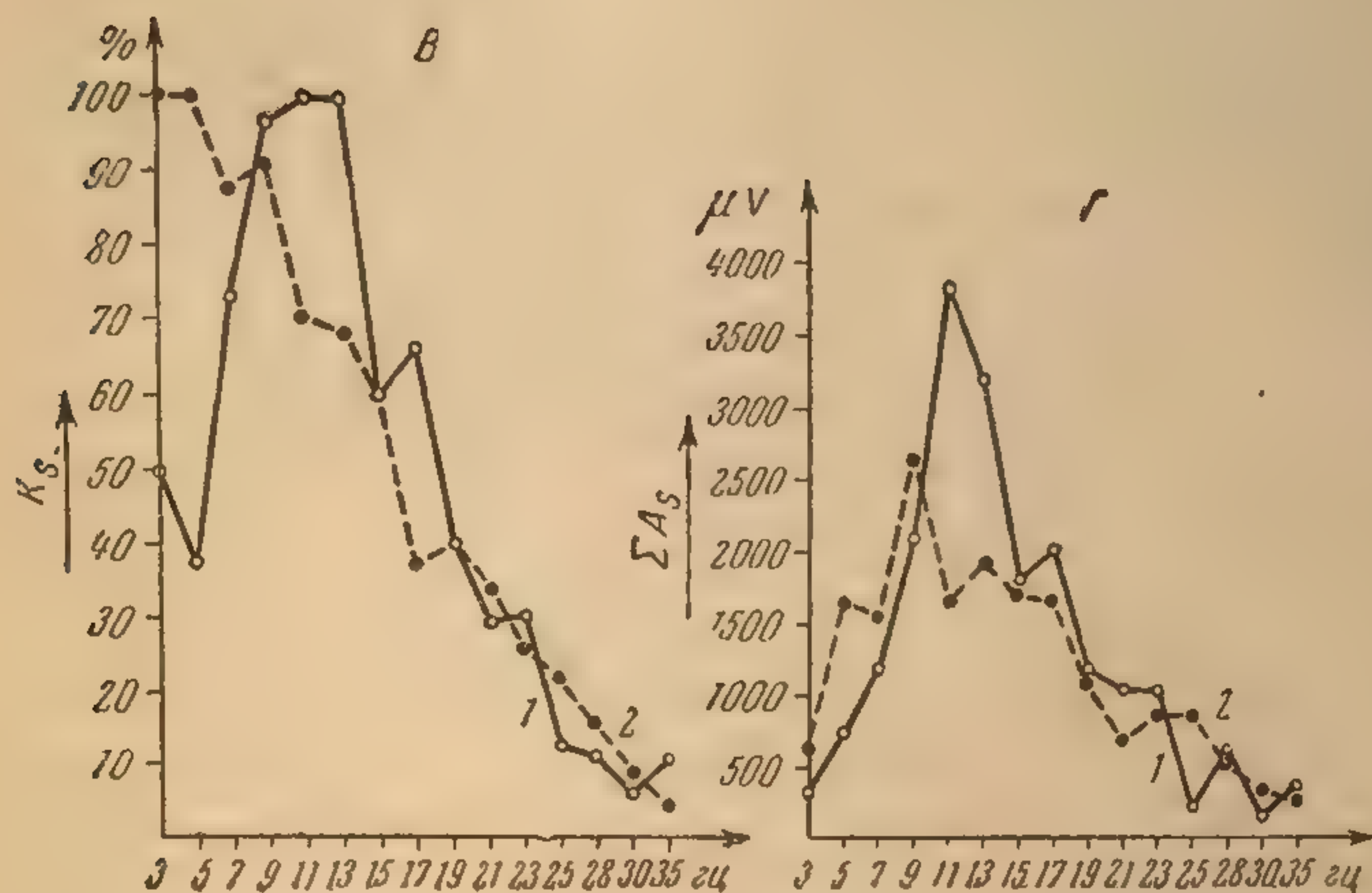


Рис. 97. Исследование реактивных потенциалов Олега Л., 13 лет, 23/XII 1960 г.

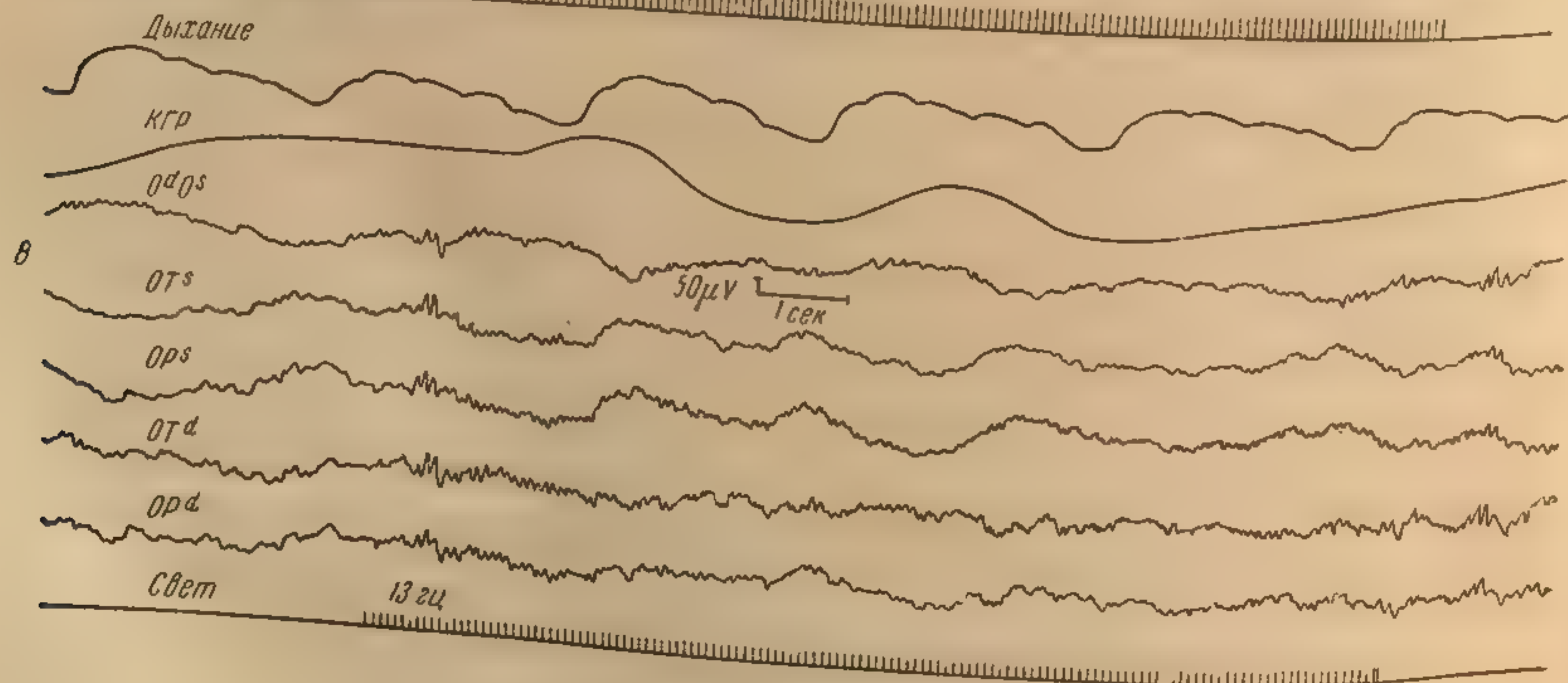
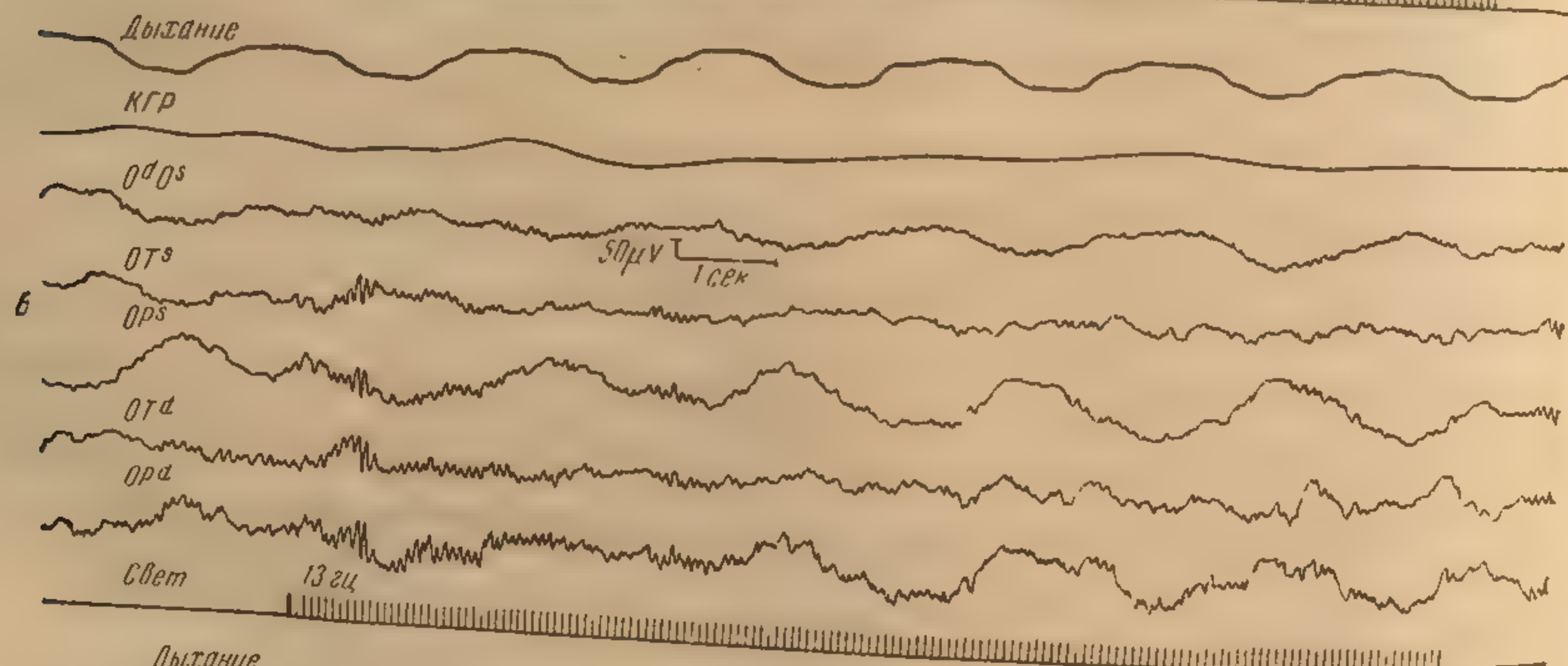
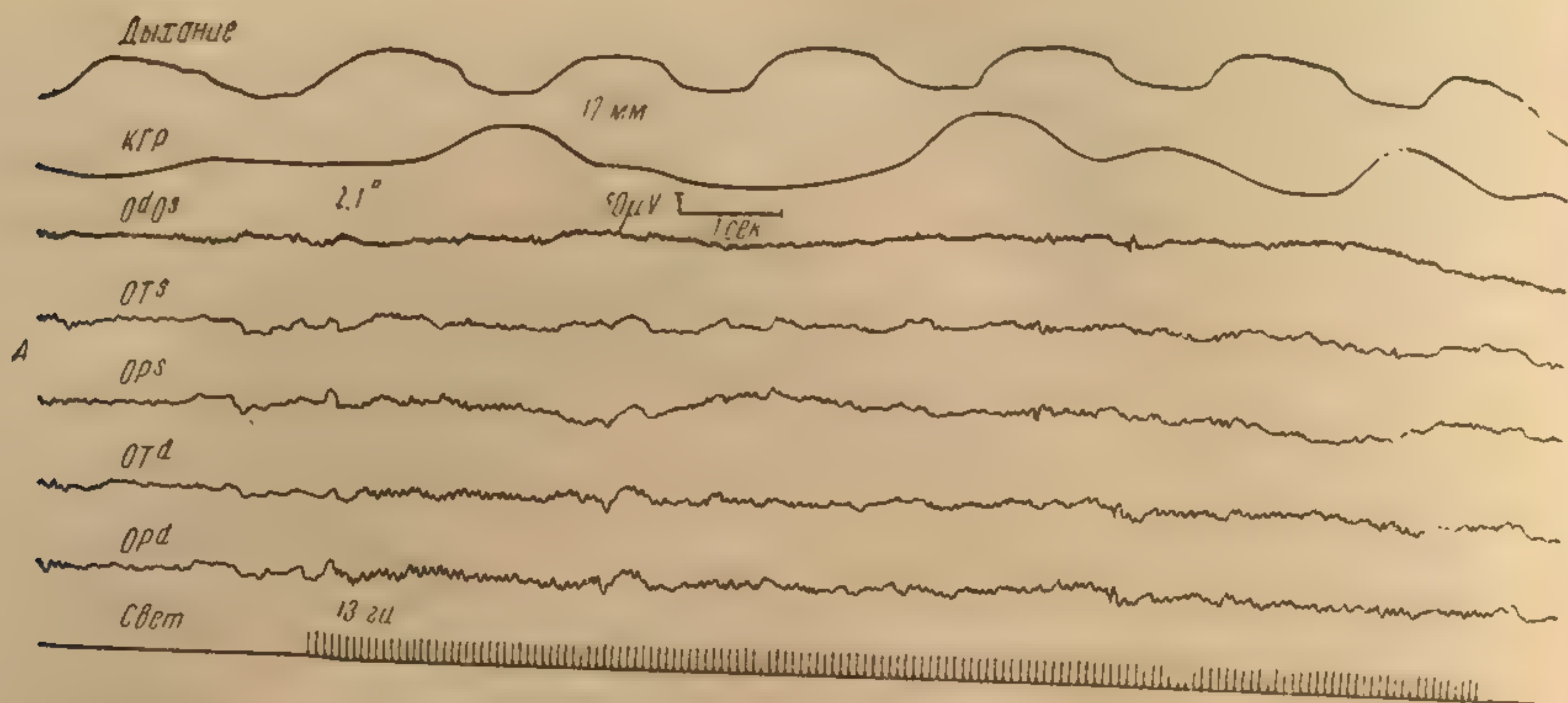
Обозначения те же, что на рис. 89.

но значительным — на $\frac{1}{3}$ и более. Одновременно у ребенка под влиянием холода наблюдалось увеличение ацетилхолина крови с 1,03 до 1,13 мкг%.

Таким образом, в разных вариантах рефлекторное действие холодового агента имело тенденцию повышать тонус подкорковых образований, как об этом свидетельствовал материал IX главы. Вместе с тем при этом наблюдалась десинхронизация реактивных потенциалов в различных частях спектра. Эта тенденция носила абсолютный характер, несмотря на различные варианты конкретной реализации этой тенденции в динамике спектра реактивных потенциалов.

Прекращение блокады ретикулярной формации головного мозга кратковременным действием холода на рецепторы тройничного нерва

Следующая специальная серия опытов должна была нам ответить на вопрос: можно ли снять кратковременным рефлекторным действием холода на рецепторы тройничного нерва ребенка одновременную бло-



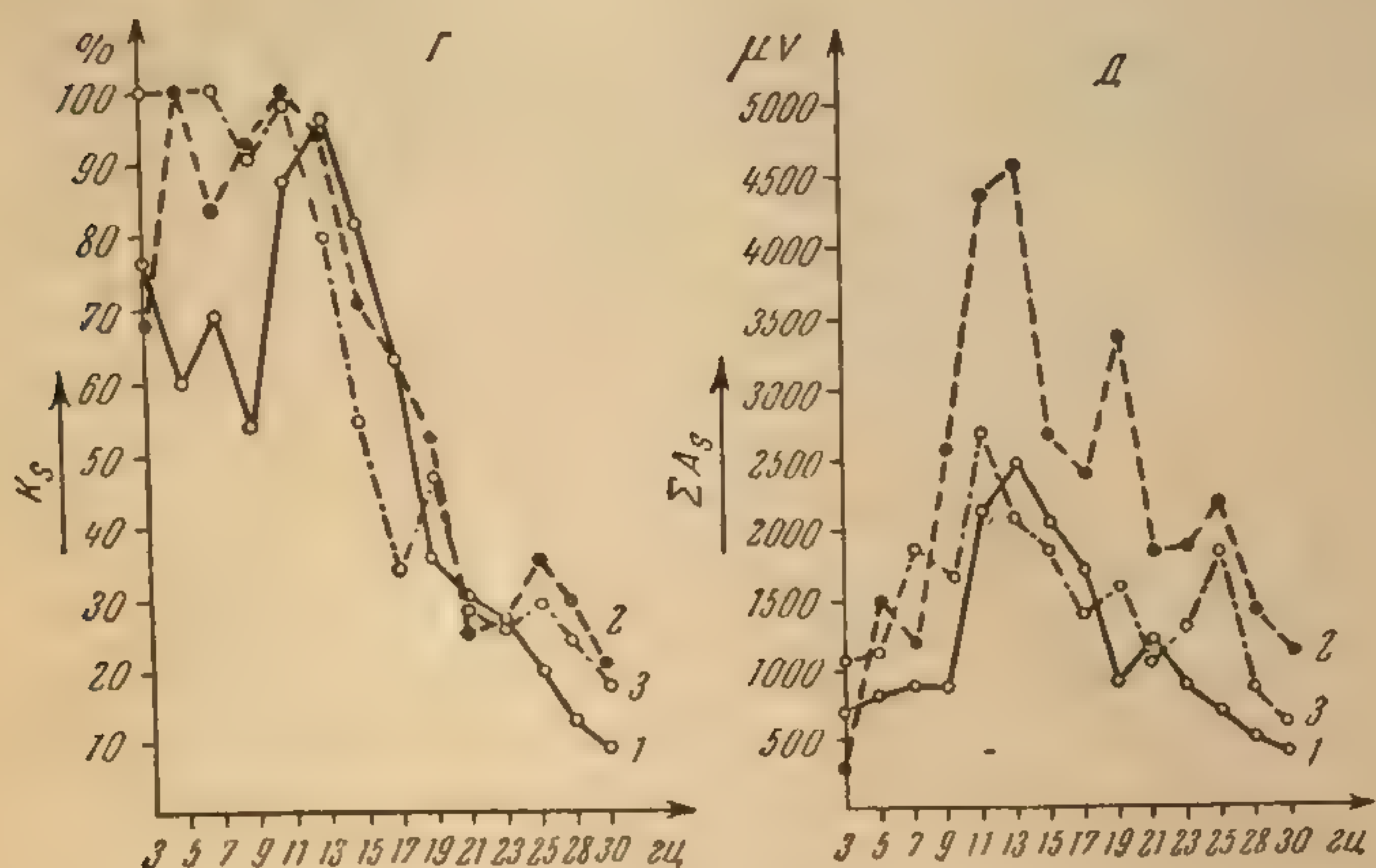


Рис. 98. Исследование реактивных потенциалов Володи С., 12 лет, 12/VI 1961 г.

А — электроэнцефалограмма до действия транквилизаторов; Б — то же через 30 минут после внутримышечной инъекции 5 мг аминазина + 1 мг метамизила; В — то же после последующего действия холодного агента.

Графики анализа: Г — коэффициент синхронизации (K_s) реактивных потенциалов; Д — суммарная энергия реактивных потенциалов (ΣA_z) для каждой частоты раздражителя; 1 — норма; 2 — после введения транквилизирующей смеси; 3 — после последующего холодного раздражения.

каду адрен- и М-холинэргических структур в ретикулярной формации мозгового ствола, вызванную аминазином совместно с метамизилом? Основываясь на результатах нормализации высшей нервной деятельности ребенка, вызванной холодовым раздражением, которое повышало тонус подкорковых образований, ретикулярной формации и коры головного мозга, сниженных умственным утомлением, мы решили применить рефлекторное действие холода. Мы полагали, что оно должно разблокировать ретикулярную формацию мозгового ствола. Одновременно эта серия опытов являлась контрольным исследованием к приведенным выше в этой главе опытам по электроэнцефалографическому анализу действий холодного агента. Дело в том, что место приложения блокирующего действия аминазина и метамизила в ретикулярной формации среднего мозга твердо установлено (см. главы VI и VII). Поэтому, если рефлекторное холодное раздражение тройничного нерва будет разблокировать ретикулярную формацию и электрическая картина при этом окажется однозначной с явлением снятия умственного утомления, то это еще раз подтвердит, что при последнем угнетается ретикулярная

формация, а холодовое раздражение тройничного нерва непосредственно улучшает синаптические передачи нейронов среднего мозга.

Для этой серии опытов были использованы дети, у которых под электроэнцефалографическим контролем определялись дозы аминазина совместно с метамизилом для проведения одновременной блокады главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола при операциях на височной кости (тимпаноластика).

У ребенка определялся спектр реактивных потенциалов головного мозга по описанной в V главе методике. Затем он получал внутримышечную инъекцию транквилизирующей смеси, состоящей из 5 мг аминазина и 1 мг метамизила.

Через 30 минут после инъекции повторно исследовали спектр реактивных потенциалов. После этого лицо и ушные раковины ребенка обтирали в течение минуты кусочком льда и в третий раз определяли спектр реактивных потенциалов мозга и каждый раз вычисляли показатели процесса синхронизации реактивных потенциалов (K_s и ΣA_s) с последующим составлением графиков их анализа. Одновременно изучали клиническую реакцию ребенка путем подсчета пульса и измерения артериального давления. Через 10—20 минут после получения транквилизирующей смеси развивалось чувство сонливости и безразличия, изменялась сердечно-сосудистая реакция, угасалась ориентировочная кожно-гальваническая реакция на прерывистый свет.

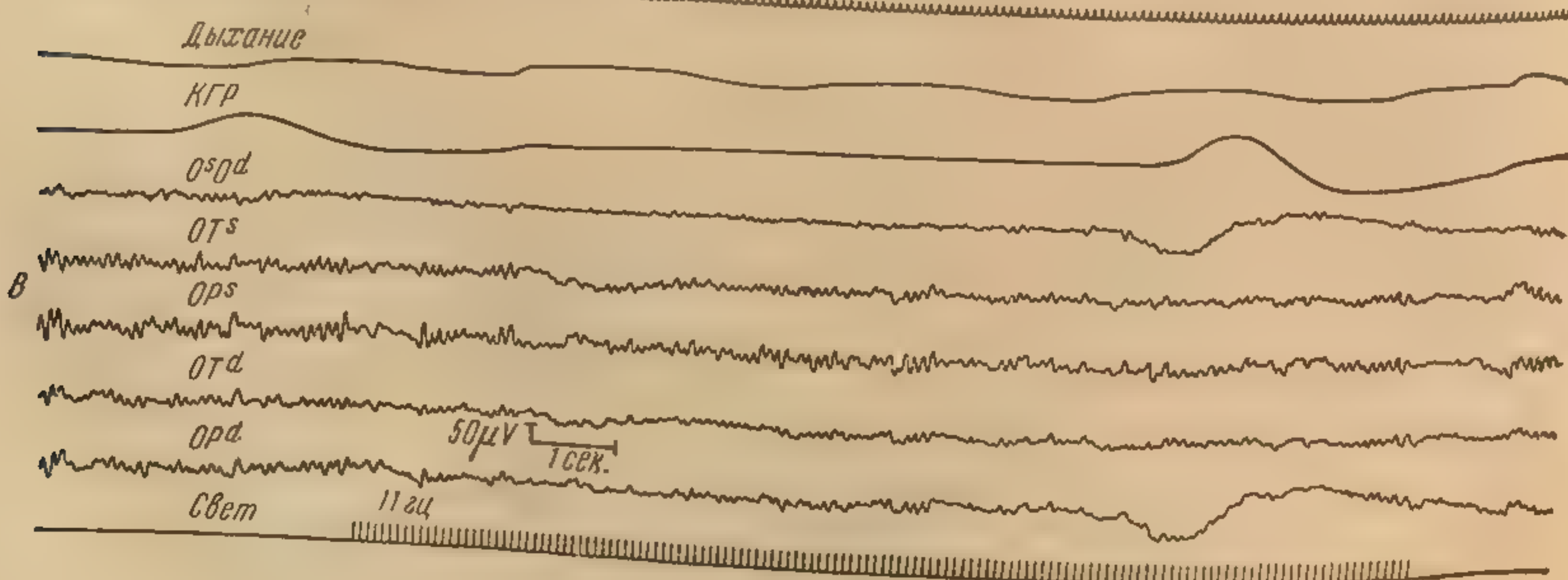
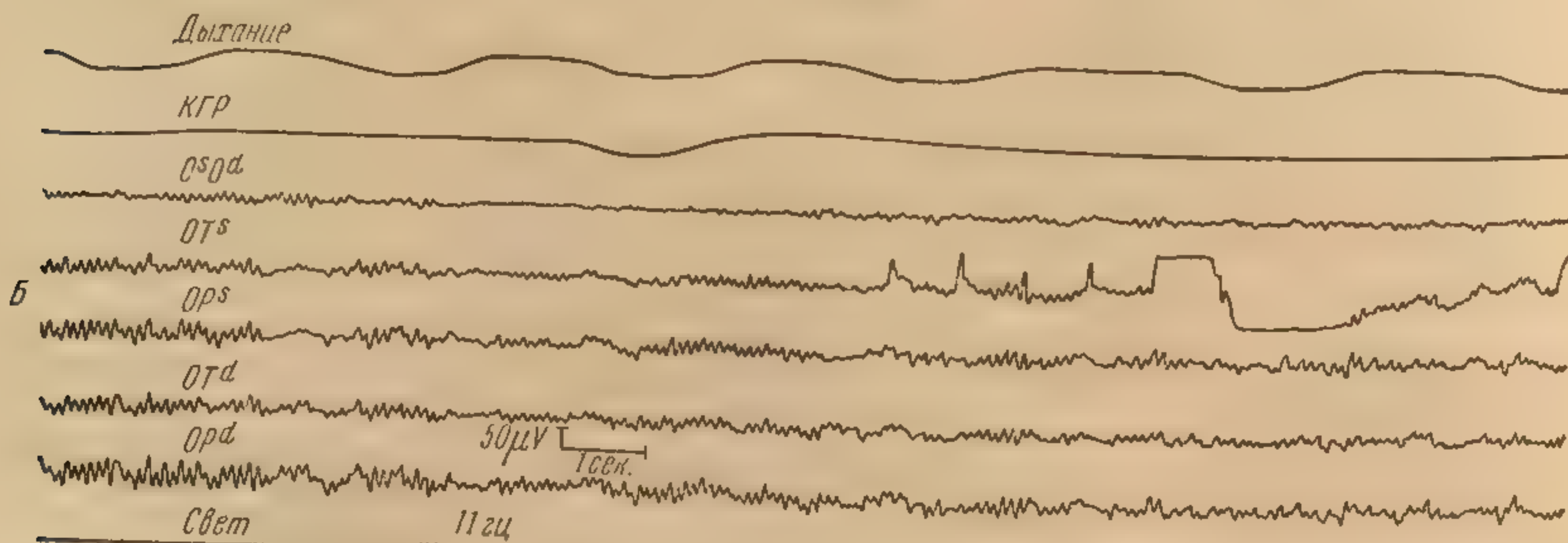
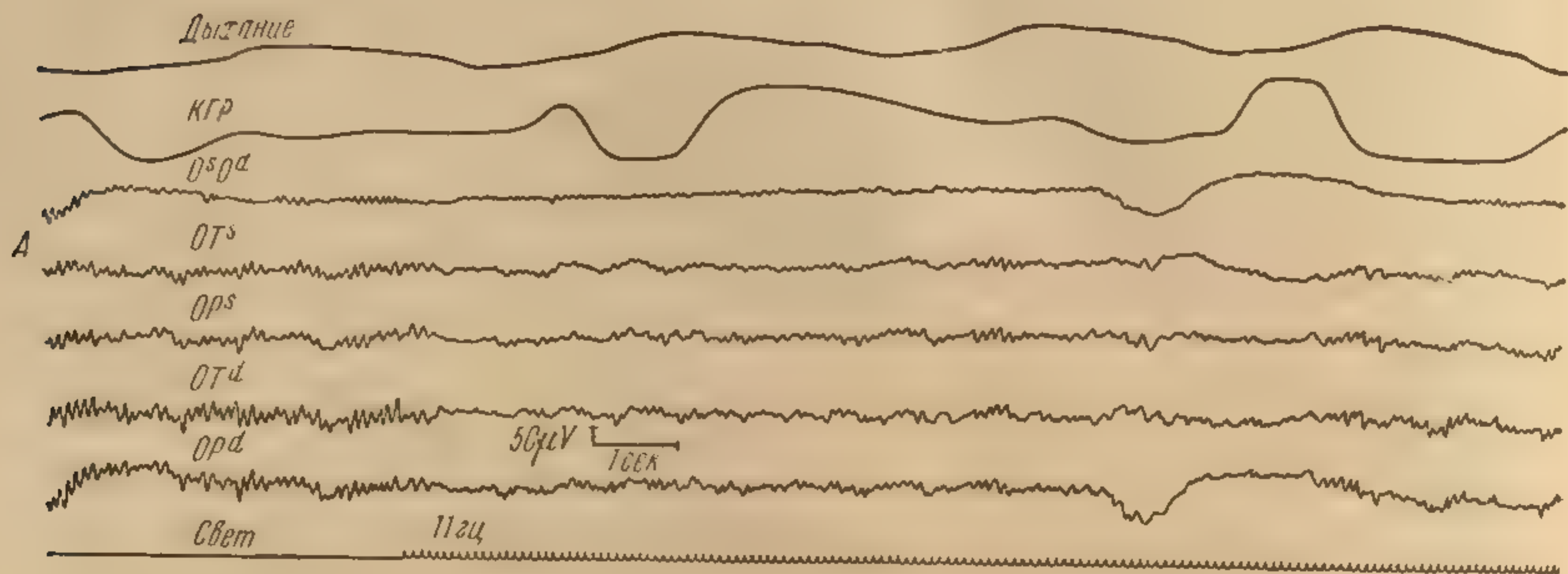
Переходим к рассмотрению отдельных конкретных исследований. Представляем электроэнцефалограммы и графики с результатом анализа реактивных потенциалов в норме при блокаде и разблокировании ретикулярной формации мозгового ствола у Володи С., 12 лет. На рис. 98, А показана норма. Видны хорошо выраженные глубокие дыхательные движения грудной клетки на верхней кривой, бурная многократная ориентировочная кожно-гальваническая реакция (латентный период 2,1 секунды, величина волны реакции максимальная — 12 мм). Усвоение ритма световой стимуляции частотой 13 герц очень хорошо выражено (K_s равен 97%). После введения транквилизирующей смеси глубина дыхательных экскурсий становится меньше, ориентировочная кожно-гальваническая реакция резко уменьшается и почти не отличается от фоновой, усвоение ритма существенно не меняется, но почти вдвое возрастает амплитуда реактивных потенциалов мозга (рис. 98, Б). После воздействия холодового агента на рецепторы тройничного нерва дыхательные движения стали реже и глубже, появилась выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция, на электроэнцефалограмме отмечалось ухудшение синхронизации реактивных потенциалов, значительно уменьшилась их амплитуда (рис. 98, В). На графике анализа смеси величина K_s держится на очень высоком уровне для частоты син-

хронизации 13 герц, но после действия холодого раздражения K_s уменьшается с 94 до 80%. Особенно демонстративно для синхронизации частотой 13 герц меняется суммарная энергия реактивных потенциалов (рис. 98, Д): 2500 мкв — норма, 4575 мкв — блокада, 2050 мкв — разблокирование. Клиническая реакция Володи С. была следующая: частота пульса 92 удара в минуту, артериальное давление 100/50 мм ртутного столба (норма), при блокаде соответственно — 112 ударов в минуту и 110/60 мм ртутного столба, при разблокировании холодовым агентом соответственно — 116 ударов в минуту и 100/52 мм ртутного столба.

Суммируя результат исследования Володи С., укажем, что под влиянием блокирующей смеси транквилизаторов энергия реактивных потенциалов значительно возросла по всему спектру частот, особенно в его центре. При разблокировании холодовым раздражением тройничного нерва наступает ухудшение синхронизации реактивных потенциалов и энергия их более чем вдвое падает, достигая в центре спектра уровня ниже, чем был в фоне.

С другим вариантом мы встретились у ребенка Виктора Х., 15 лет. В исследовании от 16/VI 1961 г. для блокады была применена внутримышечная инъекция 10 мг метилдифацила. Представляем электроэнцефалограмму и графики анализа (рис. 99). На верхней электроэнцефалограмме (рис. 99, А) видно, что на фоне отчетливого альфа-ритма частотой 10 герц отмечается усвоение ритма 11 герц с весьма малой амплитудой. При этом появляется бурная и многократная ориентировочная кожно-гальваническая реакция на включение ритмического света. После введения транквилизаторов дыхательные движения учащаются (рис. 99, Б, верхняя кривая), ориентировочная кожно-гальваническая реакция резко тормозится, качество усвоения значительно улучшается (видно резкое возрастание амплитуды). После воздействия холодого агента (рис. 99, В) качество усвоения снова резко ухудшается, приближаясь к усвоению в норме. Появляется ориентировочная и «спонтанная» кожно-гальваническая реакция. На графике анализа видно (рис. 99, Г, Д), что K_s для частоты 11 герц в норме был 78%, а после блокады он стал 100%, после разблокирования K_s упал до 75%. Изменение ΣA_s на приведенных электроэнцефалограммах: 1875 мкв — норма, 2675 мкв — блокада, 1625 мкв — разблокирование. Еще более демонстративно изменение показателя ΣA_s для реактивных колебаний частотой 9 герц: 1175 мкв — норма, 3875 мкв — блокада, 1125 мкв — разблокирование.

Для блокирующего действия метилдифацила у этого ребенка (рис. 99, Г, Д) было характерно увеличение обоих показателей синхронизации лишь в узкой полосе в центре спектра частот, а после действия холодого агента резко уменьшалась энергия реактивных потенциалов в полосе частот от 9 до 30 герц и в этой же полосе уменьшался показа-



тель
отме
мене
дейс
гя
(рис
тове
орис
мета
тив
тен
Пос
(рис
ний
ин
15
дан
раз
145

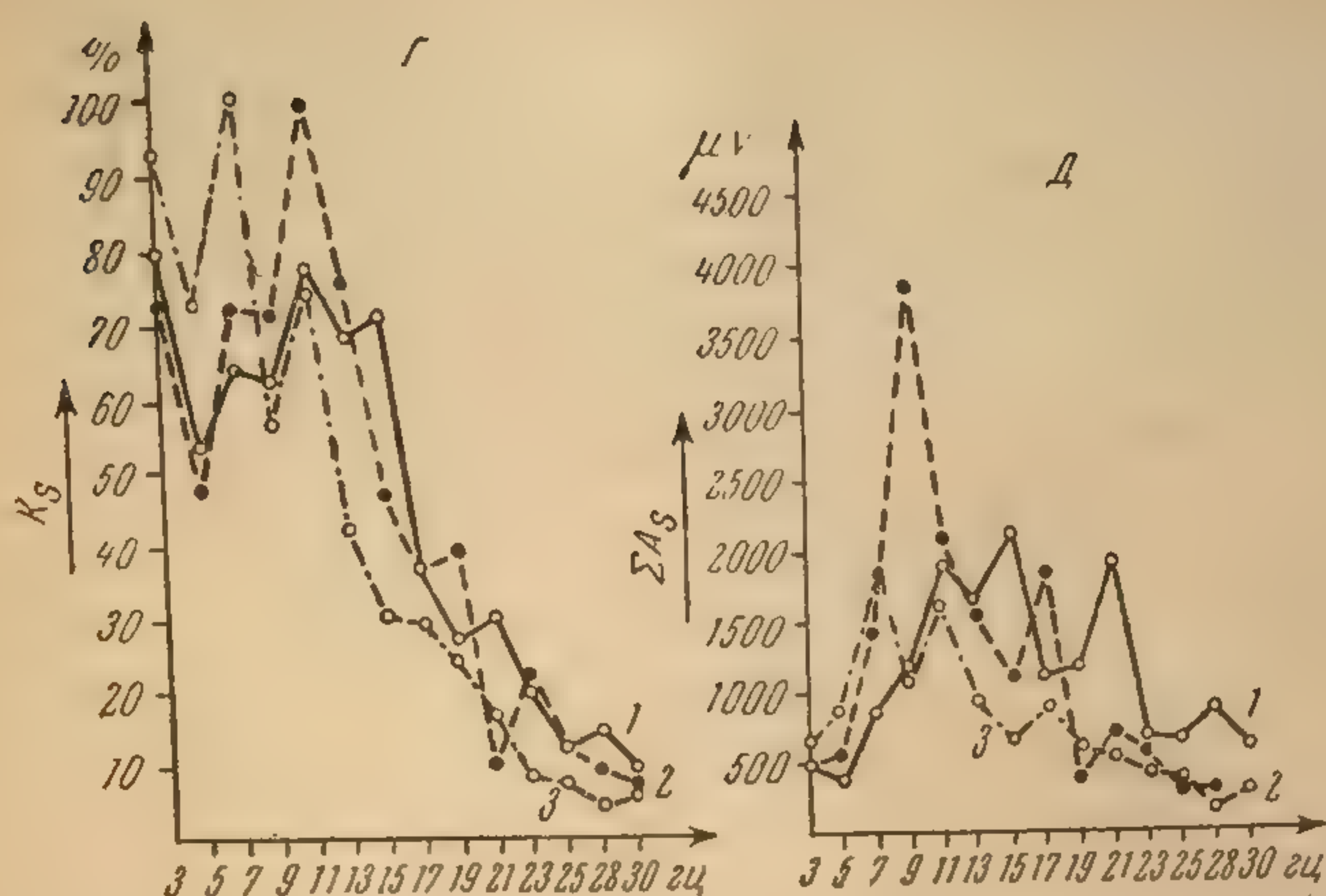
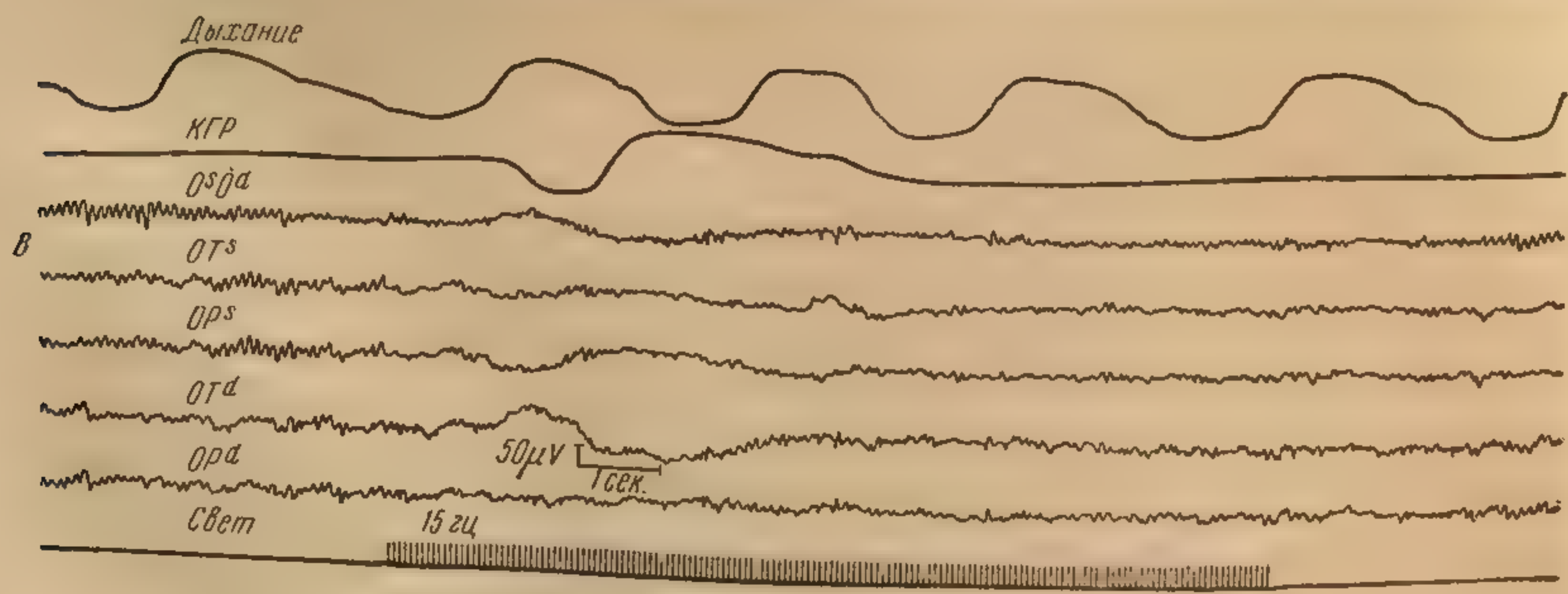
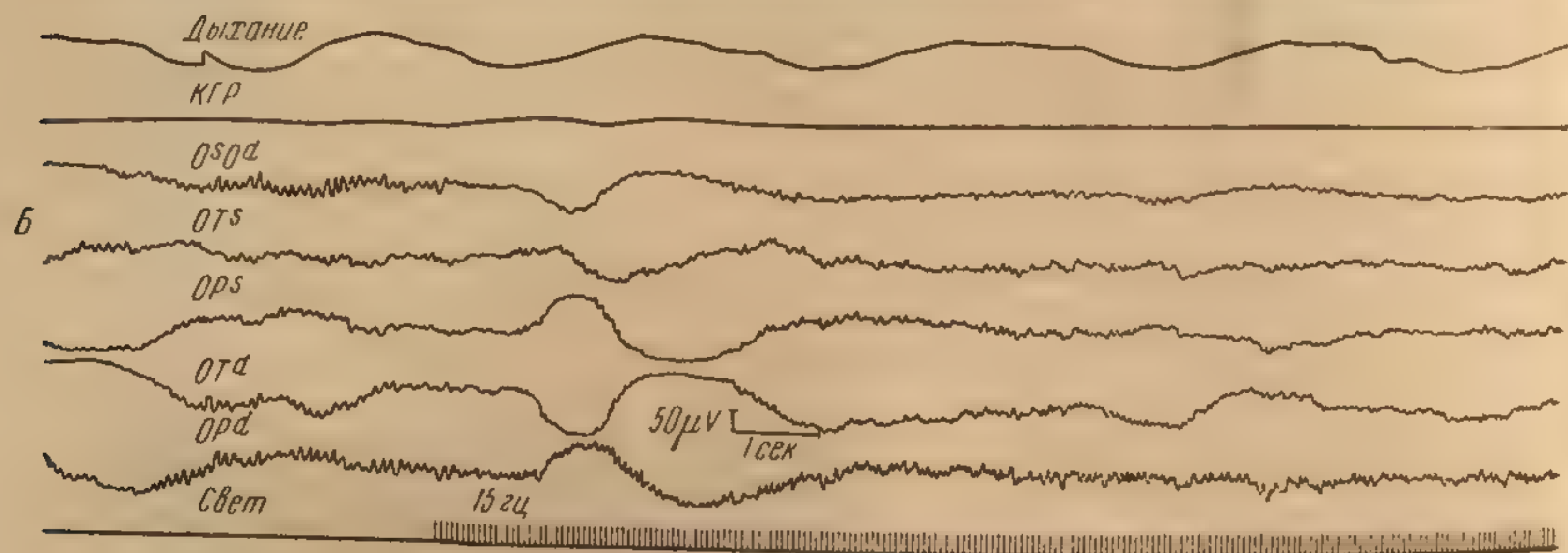
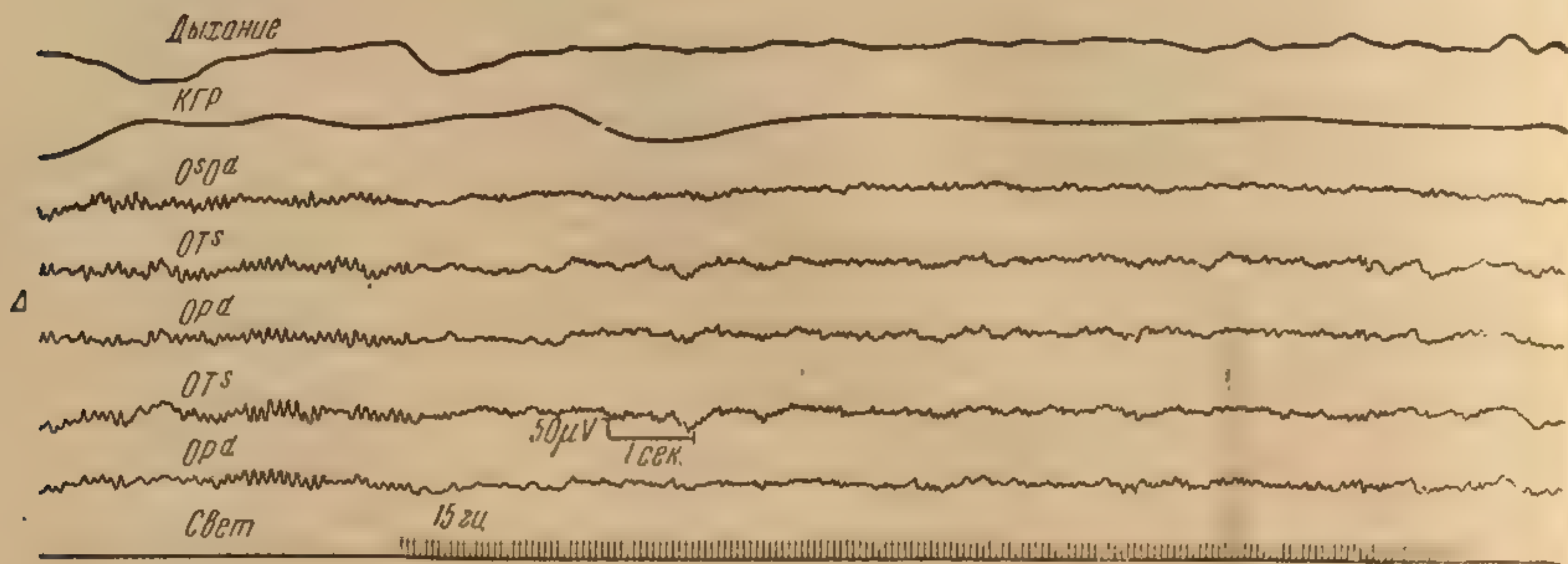


Рис. 99. Исследование реактивных потенциалов Виктора Х., 15 лет, 16/VI 1961 г.

А, В, Г, Д, 1—3 — то же, что на рис. 98; Б — электроэнцефалограмма через 30 минут после внутримышечной инъекции 10 мг метилдифаила.

тель K_s . В низкой же части спектра (3—7 герц) после холодого агента отмечалось увеличение обоих показателей синхронизации.

Следующий вариант изменения реактивных потенциалов при применении транквилизатора метамизила (метилдизила) и последующего действия холодого агента (льда) представлен исследованием Сергея В., 11 лет, от 7/VI 1961 г. На верхней электроэнцефалограмме (рис. 100, А) видно на фоне альфа-ритма частотой 10 герц усвоение световой стимуляции 15 герц. При этом возникла умеренно выраженная ориентирующая кожно-гальваническая реакция. После инъекции 1 мг метамизила наблюдалось значительное улучшение синхронизации реактивных потенциалов частотой 15 герц, увеличение их амплитуды, угнетение ориентирующей кожно-гальванической реакции (рис. 100, Б). После воздействия холодого агента на рецепторы тройничного нерва (рис. 100, В) произошло учащение и углубление дыхательных движений, появление резкой ориентирующей кожно-гальванической реакции, ухудшение синхронизации реактивных потенциалов частотой 15 герц. На графике анализа получены следующие для частоты 15 герц данные (рис. 100, Г, Д): K_s — 69% — норма, 89% — блокада, 54% — разблокирование; ΣA_s — 1300 мкВ — норма, 3750 мкВ — блокада, 1450 мкВ — разблокирование.



рsv —
96/62
разб.

изош
тенц
чени
прон
влия
одна
норм
блок
но н

там
том
став
элек
стим

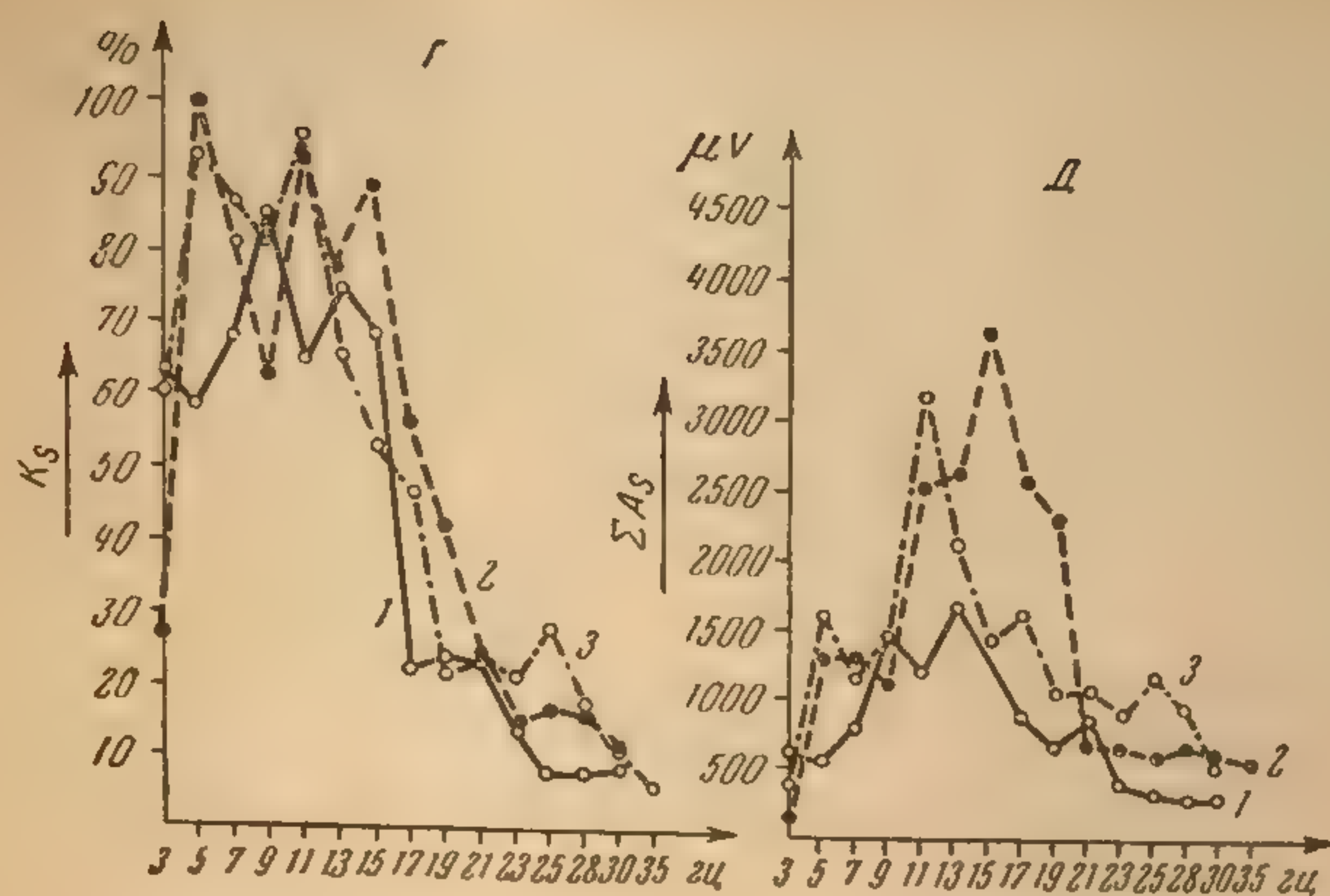


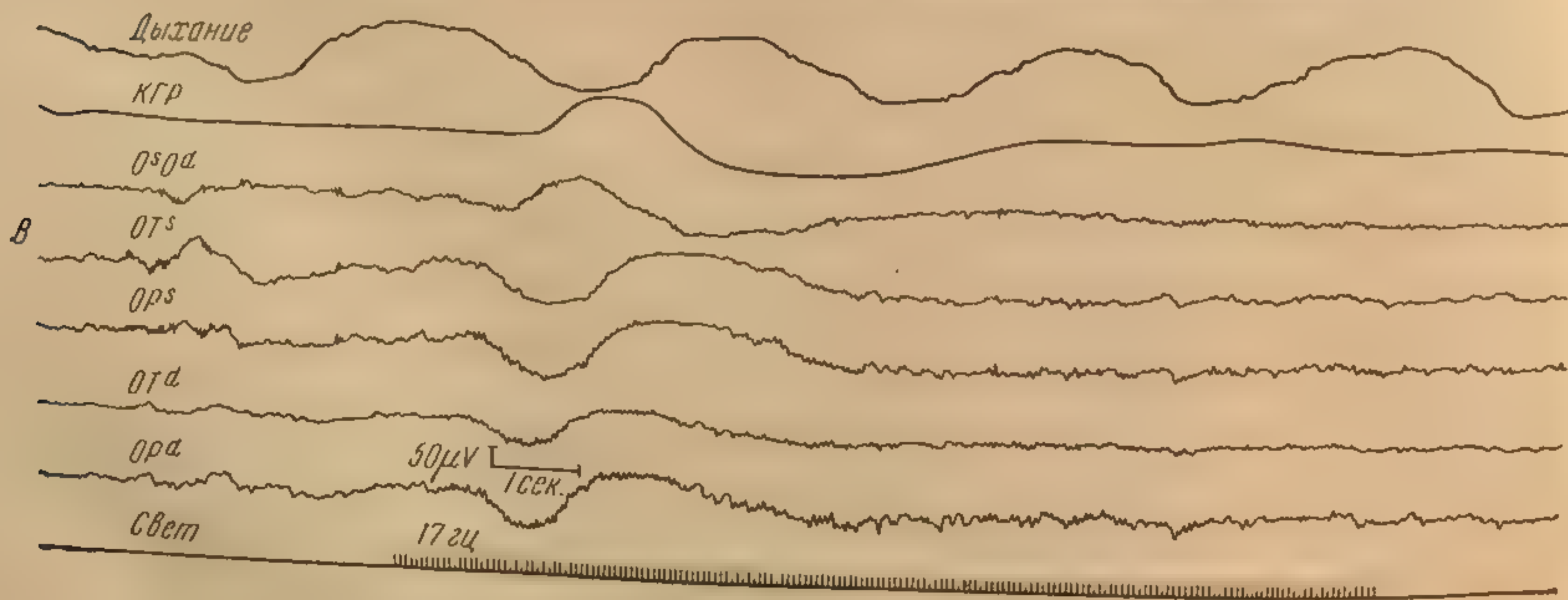
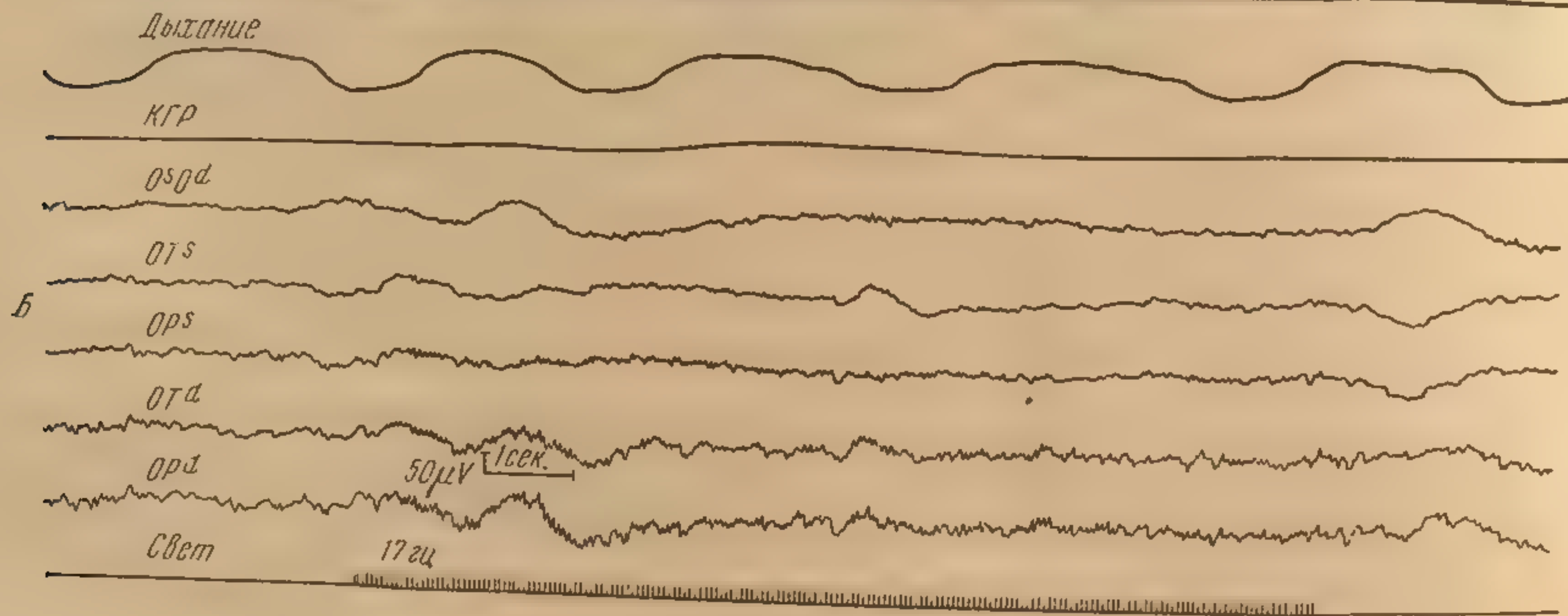
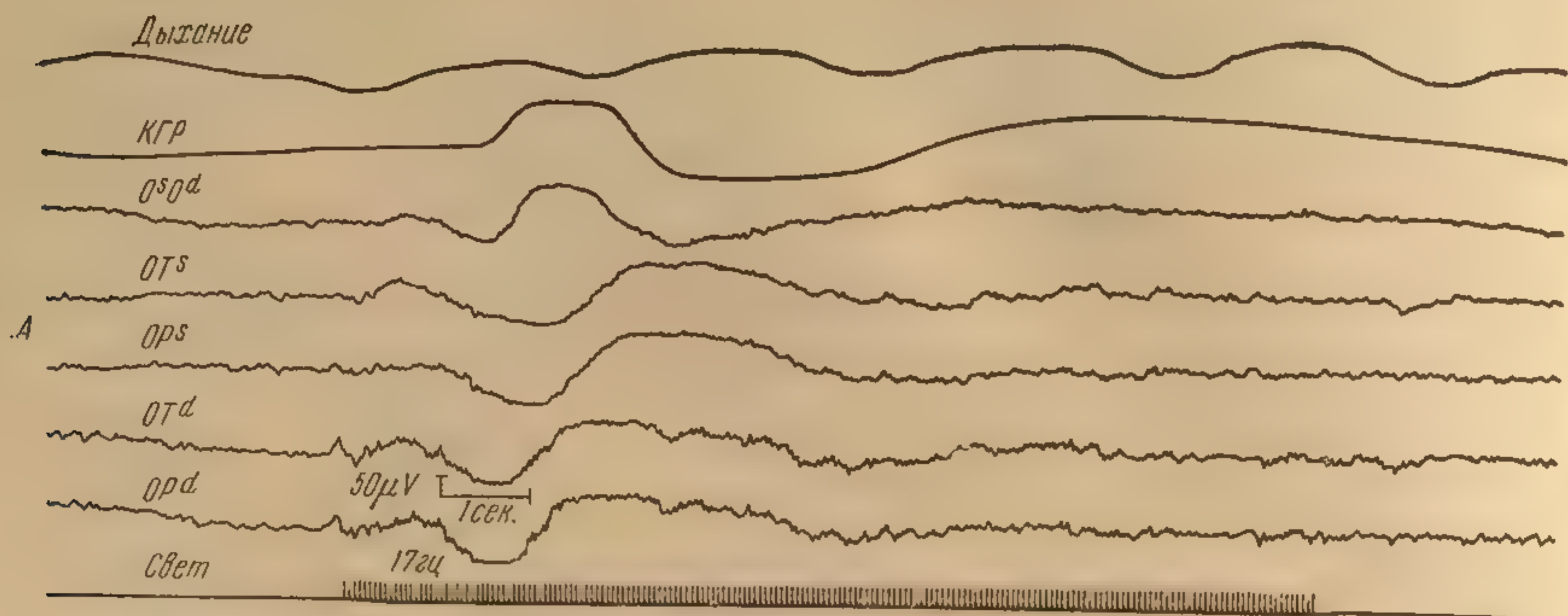
Рис. 100. Исследование реактивных потенциалов Сергея В., 11 лет, 7/VI 1961 г.

А, В, Г, Д, 1—3 — то же, что на рис. 98; Б — электроэнцефалограмма через 30 минут после внутримышечной инъекции 1 мг метамизила (метилдизила).

Клиническая реакция: пульс — 72 удара в минуту — норма, 88 ударов — блокада, 80 ударов — разблокирование, артериальное давление — 96/62 мм ртутного столба — норма, 105/68 мм — блокада, 92/52 мм — разблокирование.

Из графиков анализа видно, что под влиянием метамизила произошло значительное увеличение суммарной энергии реактивных потенциалов в широкой полосе частот 11—19 герц, а также меньшее увеличение в частотах 5—7 и 23—30 герц. Кроме частоты 9 герц, параллельно произошло умеренное увеличение коэффициента синхронизации. Под влиянием холодного агента значительно уменьшился показатель ΣA_s , однако он все-таки повсеместно остался больше такого же показателя в норме, а при частоте 11 герц превысил соответствующий показатель при блокаде метамизилом. Показатель K_s уменьшился в полосе 13—19 герц, но незначительно.

Другой вариант влияния на реактивные потенциалы мозга 1 мг метамизила (метилдизила) и устранения его действия холодным агентом представлен в исследовании Вити Ч., 13 лет, от 8/VI 1961 г. Представим электроэнцефалограмму и графики анализа. На верхней электроэнцефалограмме (рис. 101, А) видно усвоение ритма световой стимуляции частотой 17 герц, при этом на включение света появляется



чер
чес
по
ак
но
эко
реа
сто
сле
92
300

ро
98/
ра

по
26

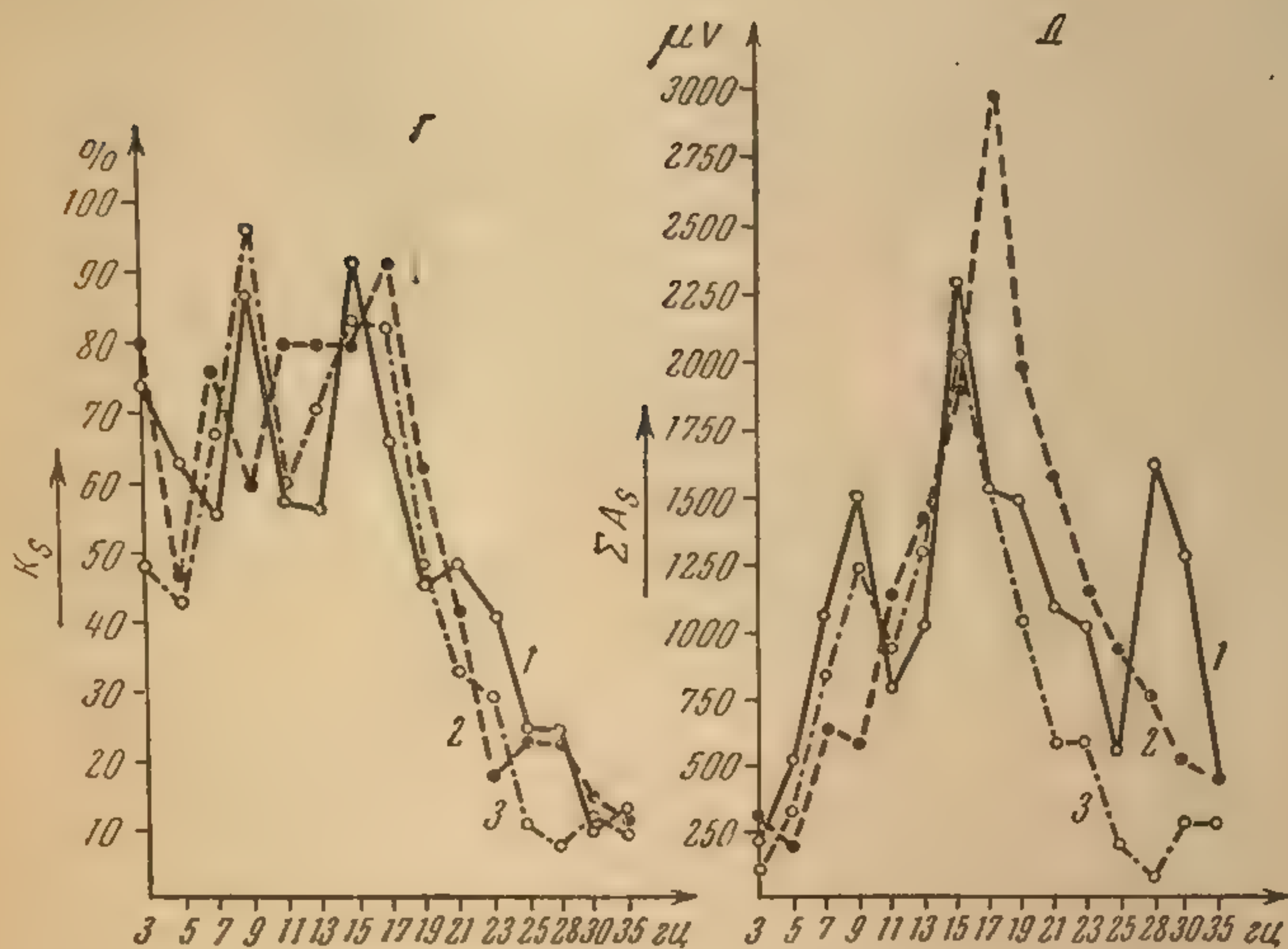


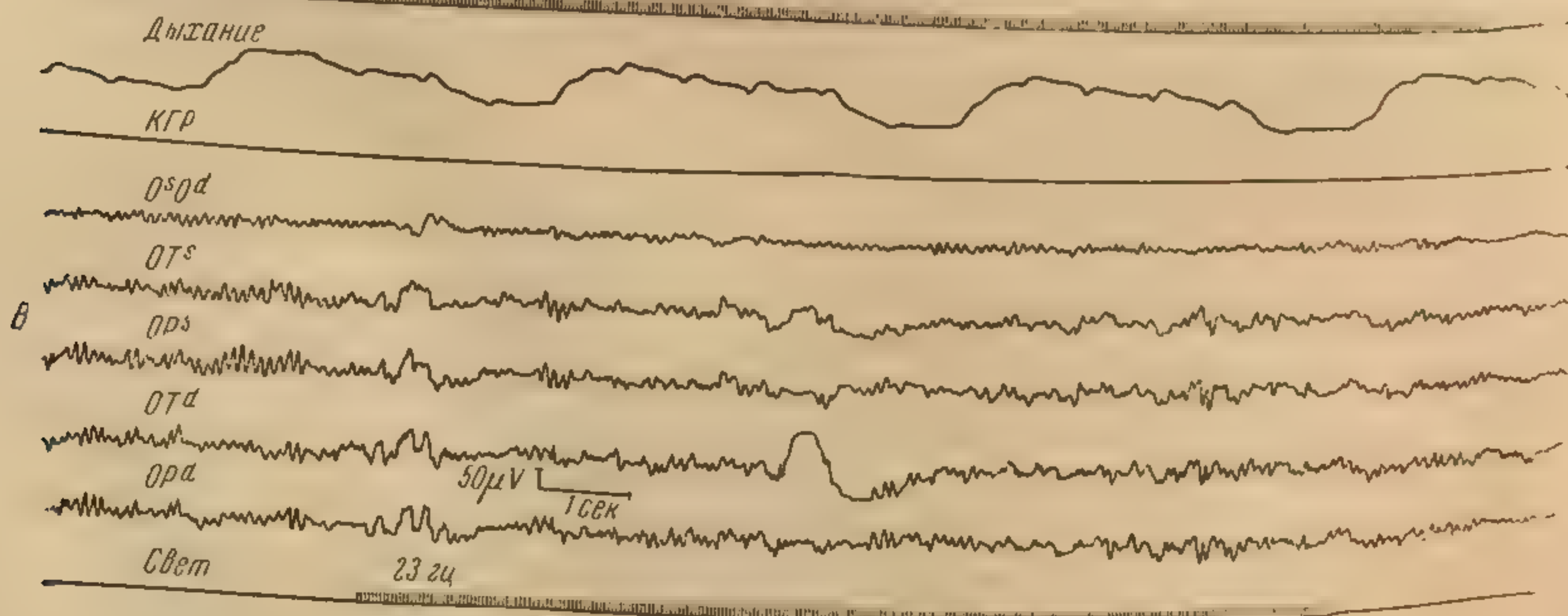
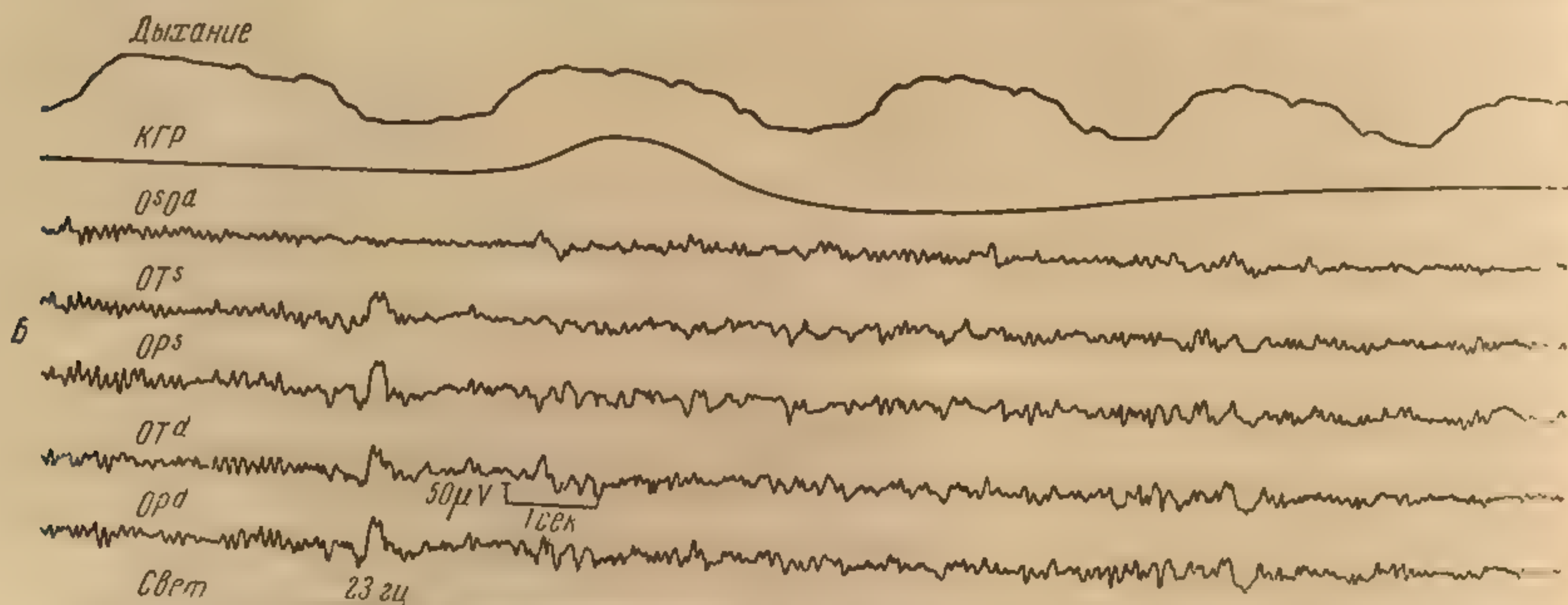
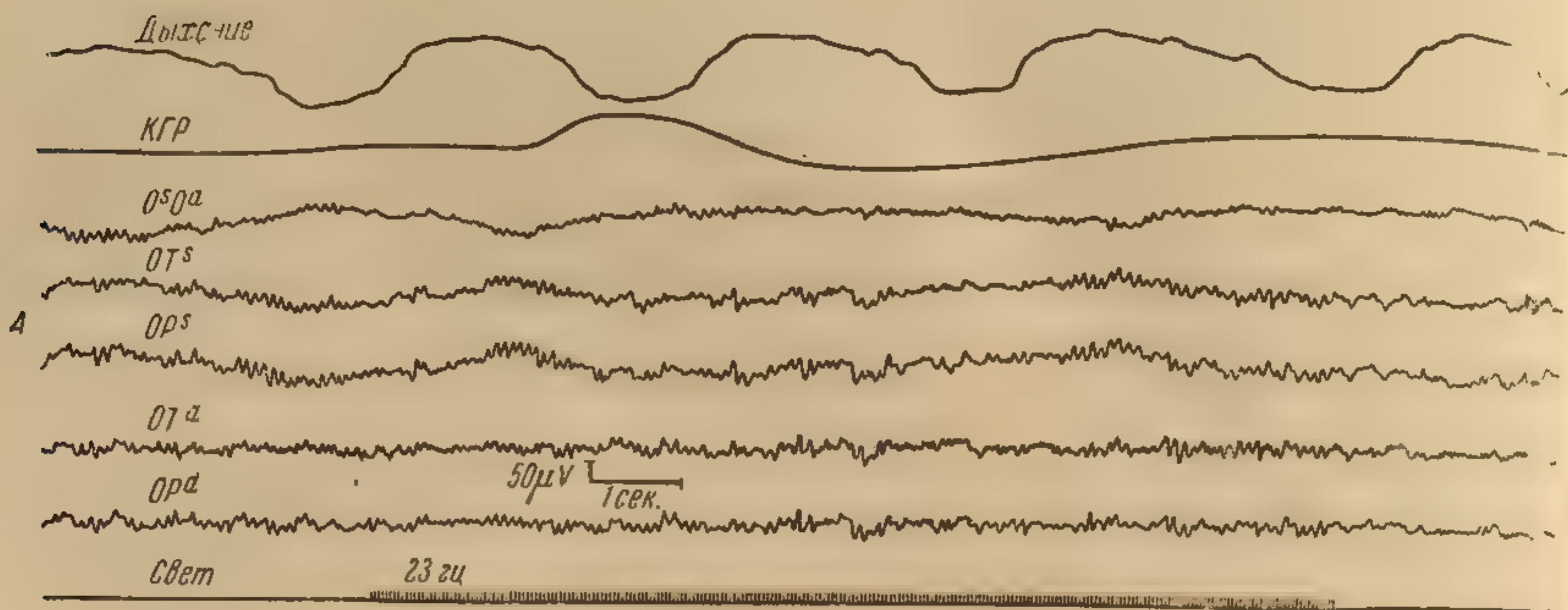
Рис. 101. Исследование реактивных потенциалов Вити Ч., 13 лет, 8/VI 1961 г.

А, В, Г, Д, 1—3 — то же, что на рис. 98; Б — электроэнцефалограмма через 30 минут после внутримышечной инъекции 1 мг метамизила (метилдиазила).

через 1,6 секунды резко выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция. После внутримышечного введения 1 мг метамизила полностью затормозилась ориентировочная кожно-гальваническая реакция (рис. 101, Б). В результате воздействия на рецепторы тройничного нерва холодового агента значительно углубились дыхательные экскурсии, появилась резкая ориентировочная кожно-гальваническая реакция и заметно ухудшилась способность мозга воспроизводить частоту 17 герц (рис. 101, В). На графике анализа (рис. 101, Г, Д) видны следующие данные этих электроэнцефалограмм: K_s — 67% — норма, 92% — блокада, 83% — разблокирование; ΣA_s — 1600 мкв — норма, 3000 мкв — блокада, 1625 мкв — разблокирование.

Клиническая реакция: пульс — 80 ударов в минуту — норма, 88 ударов — блокада, 80 ударов — разблокирование; артериальное давление — 98/62 мм ртутного столба — норма, 105/78 мм — блокада, 110/70 мм — разблокирование.

Как показывают графики анализа, при блокаде и разблокировании показатель K_s существенно не меняется, показатель же ΣA_s при блокаде



уве
луч
тро

ва
ще
но
14

ва
бе
ля
им
по
не
ви
ис
пр
(р
тр

26

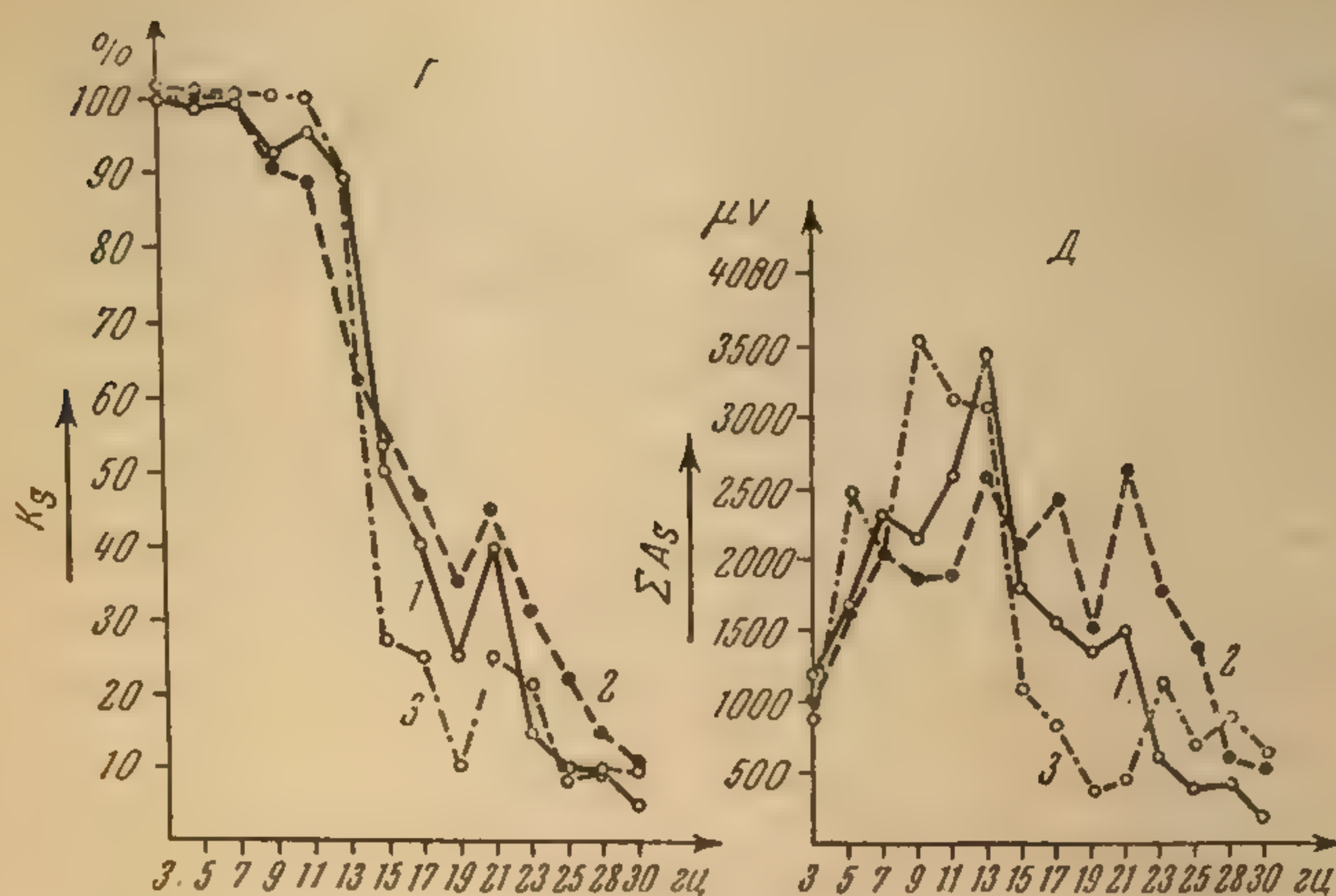


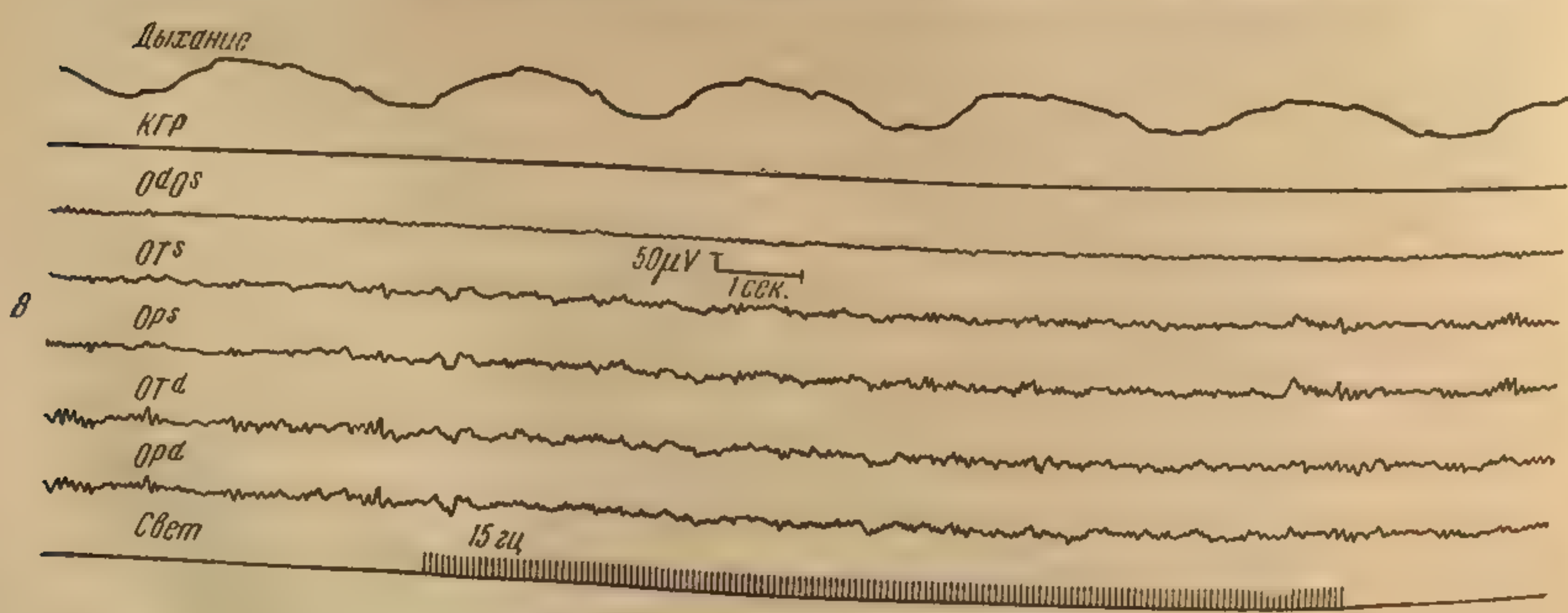
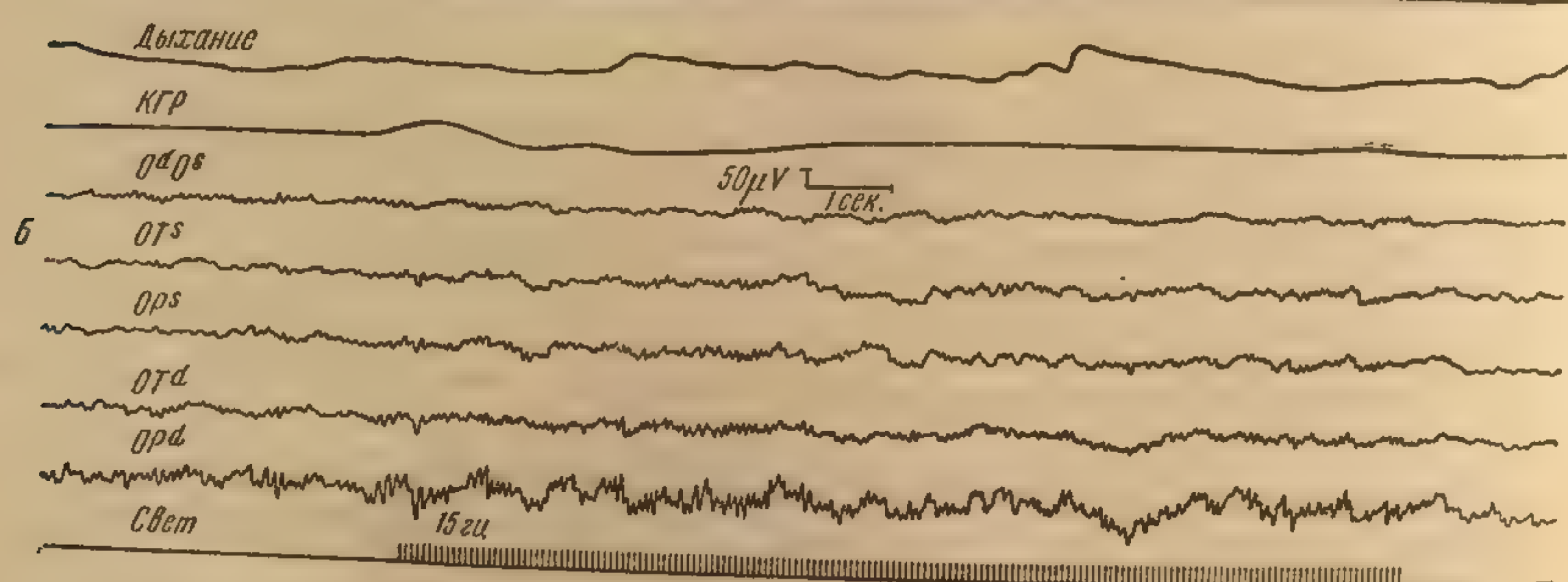
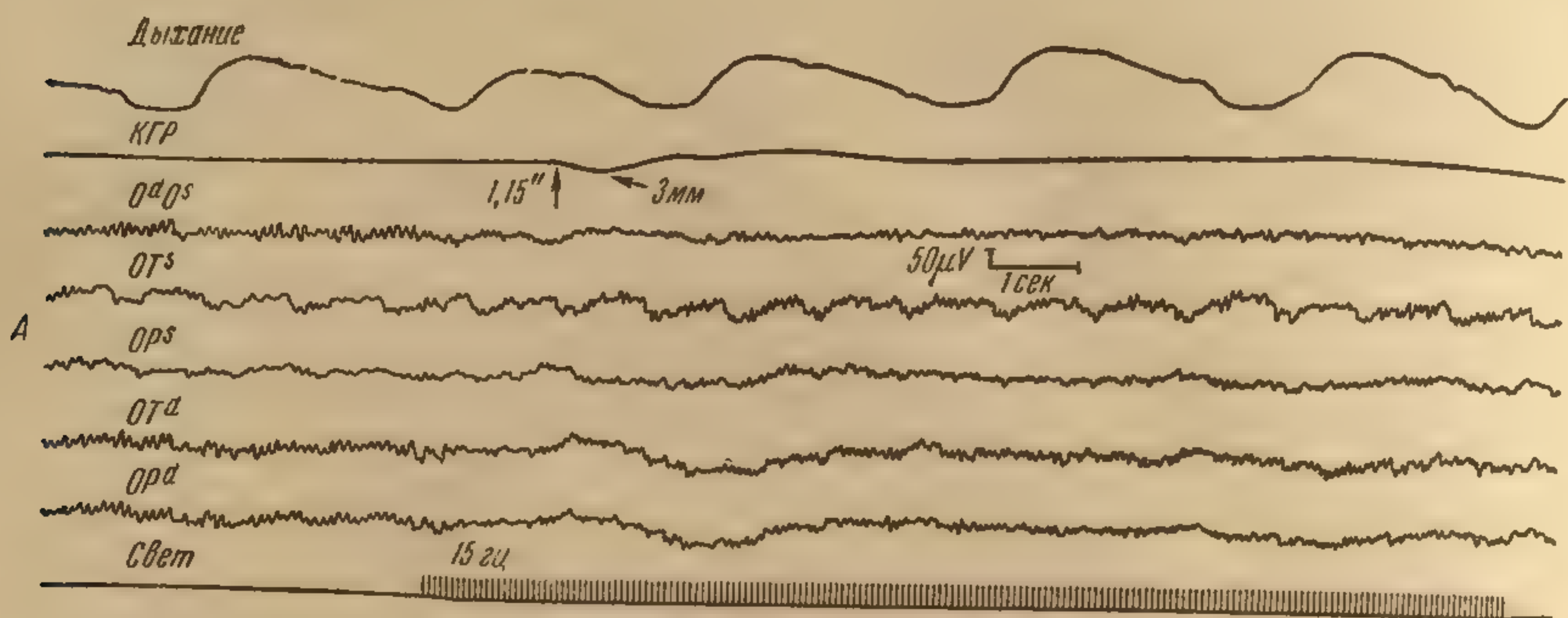
Рис. 102. Исследование реактивных потенциалов Сергея С., 14 лет, 22/VI 1961 г.

А, В, Г, Д, 1—3 — то же, что на рис. 98, Б — электроэнцефалограмма через 30 минут после внутримышечной инъекции 20 мг аминазина.

увеличивается лишь в верхней половине спектра (17—25 герц), это увеличение полностью устраняется (падая ниже нормы) раздражением тройничного нерва холодовым агентом.

Рассмотрим динамику реактивных потенциалов при блокаде, вызванной внутримышечным введением 20 мг аминазина, и при последующем разблокировании холодовым воздействием на рецепторы тройничного нерва. В качестве примера представляем исследование Сергея С., 14 лет, от 22/VI 1961 г.

На электроэнцефалограмме в норме (рис. 102, А) видно, что световая стимуляция частотой 23 герца почти не воспроизводится мозгом ребенка. Имеется ориентировочная кожно-гальваническая реакция, появляющаяся через 1,6 секунды. После введения 20 мг аминазина также имеется ориентировочная кожно-гальваническая реакция, но она уже появляется через 2,1 секунды, на электроэнцефалограмме отмечаются некоторые участки, воспроизводящие частоту 23 герца, дыхание становится более редким (рис. 102, Б). Вслед за действием холодового агента исчезает кожно-гальваническая реакция, на электроэнцефалограмме пропадают те участки, которые воспроизводили частоту 23 герца (рис. 102, В). Как показывает график анализа, представленные электроэнцефалограммы имеют следующие характеристики (рис. 102, Г, Д):



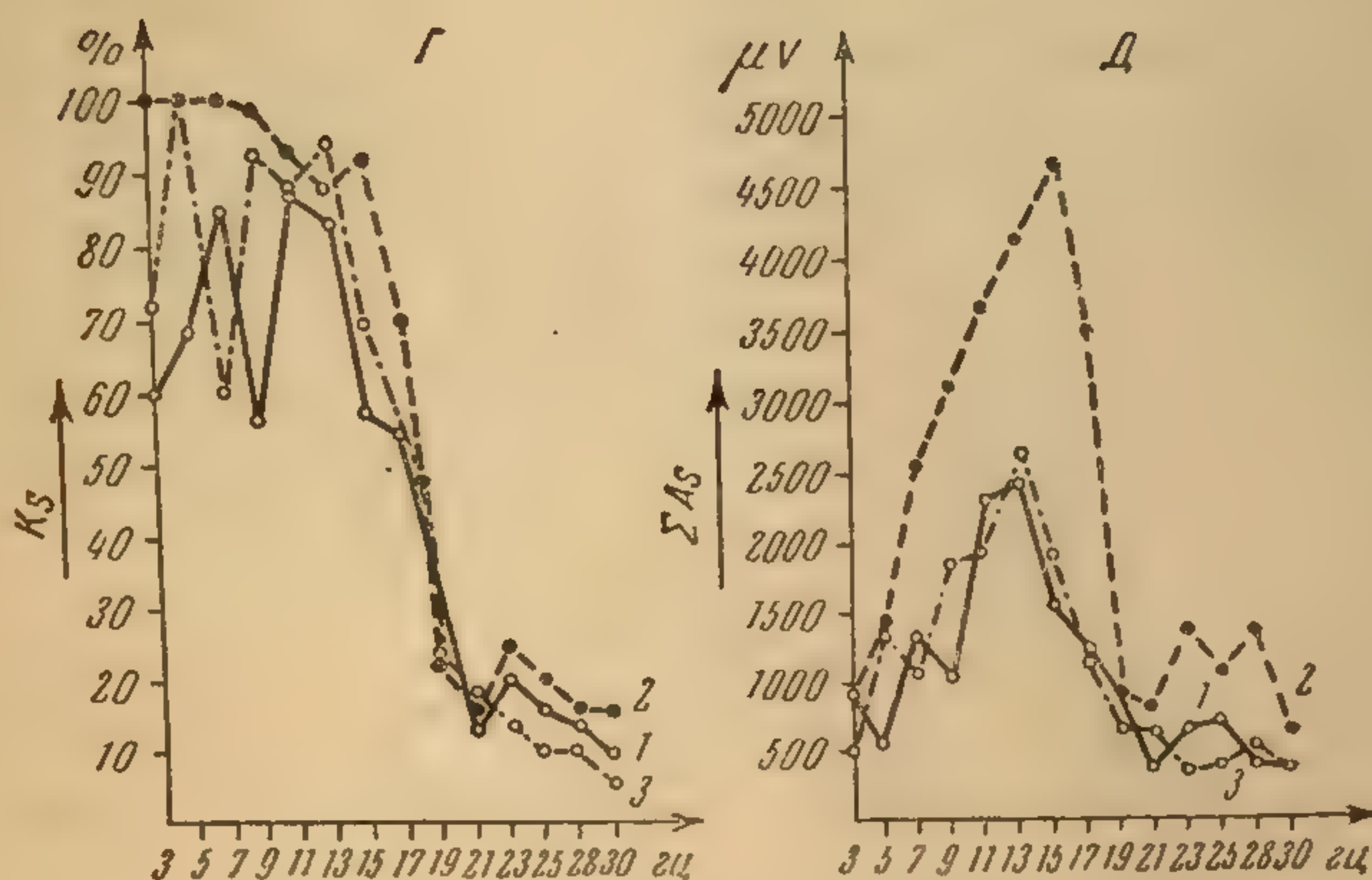


Рис. 103. Исследование реактивных потенциалов Миши И., 13 лет, 30/V 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 98.

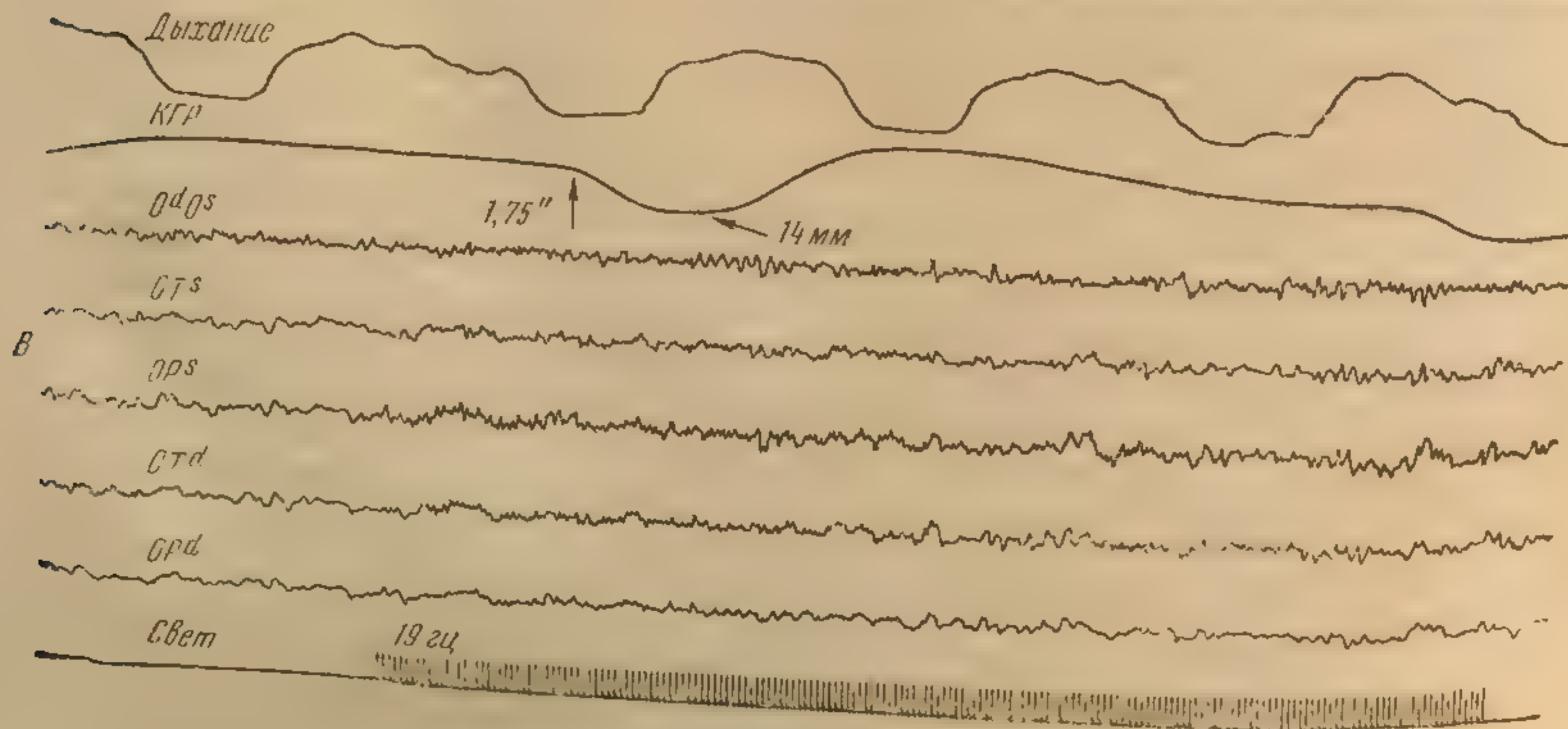
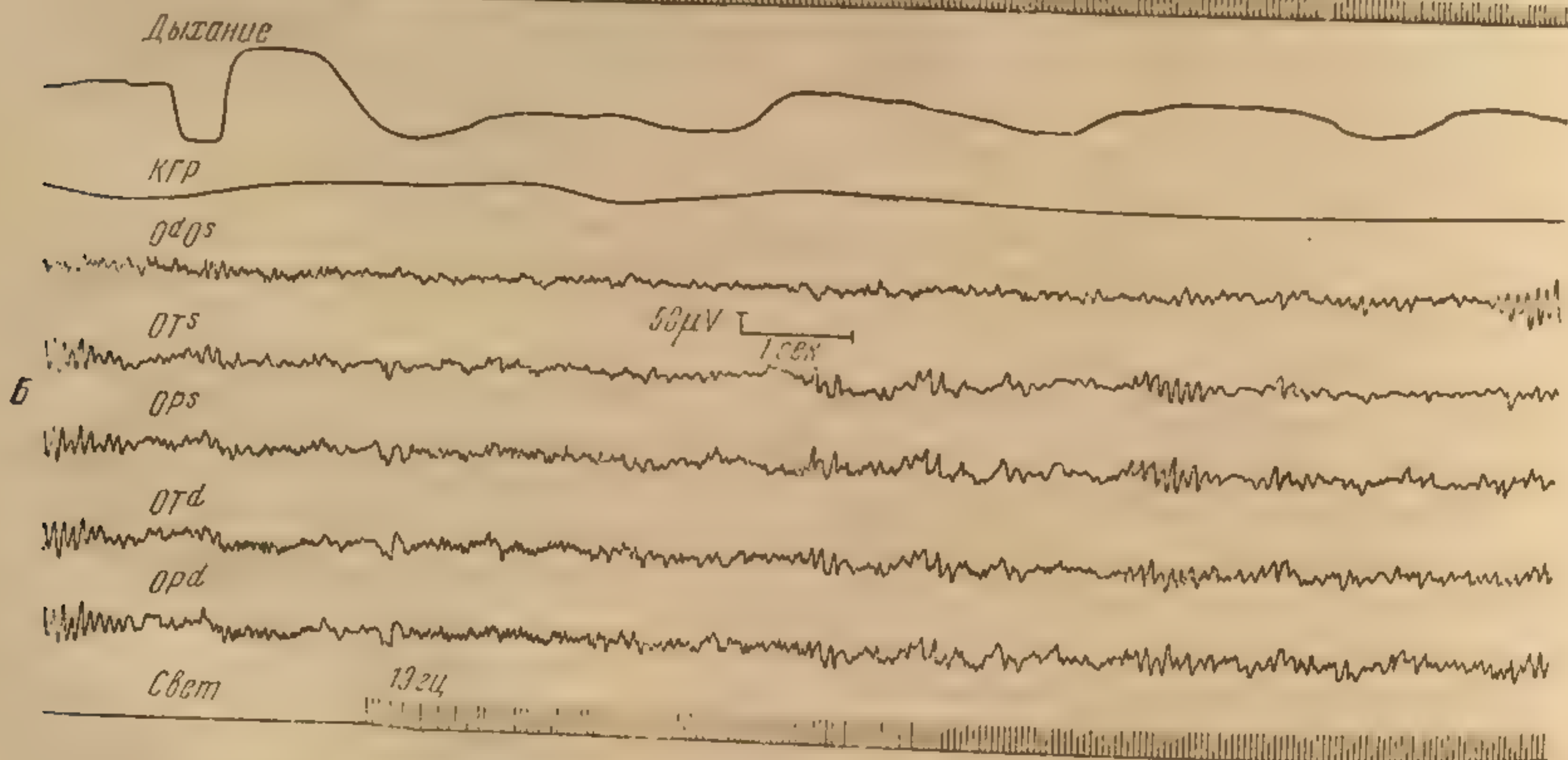
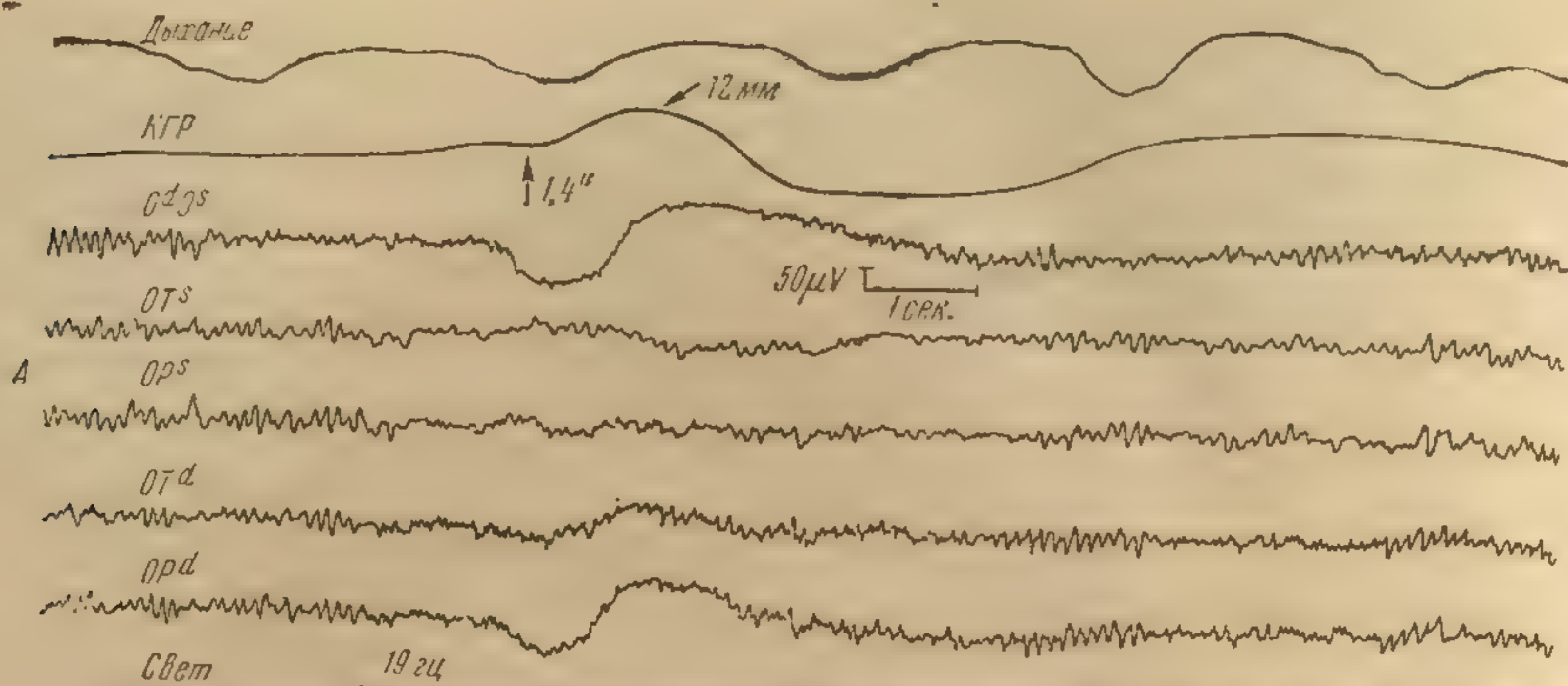
K_s — 15% — норма, 32% — блокада, 23% — разблокирование; ΣA_s — 700 мкв — норма, 1775 мкв — блокада, 1300 мкв — разблокирование.

Клиническая реакция: пульс — 64 удара в минуту — норма, 62 удара — блокада, 65 ударов — разблокирование; артериальное давление — 98/55 мм ртутного столба — норма, 90/50 мм — блокада, 95/55 мм — разблокирование.

Графики анализа показывают, что оба показателя синхронизации реактивных потенциалов значительно увеличиваются при действии аминазина лишь в верхней половине спектра частот (15—30 герц), а в нижней половине спектра, наоборот, несколько уменьшаются. Под влиянием холодного раздражения оба показателя синхронизации в верхней половине спектра (15—30 герц) резко уменьшаются, падая ниже исходного уровня.

Следующий вариант совместной блокады ретикулярной формации аминазином и метамизилом и ее последующего прекращения холодным раздражением рецепторов тройничного нерва представлен исследованием Миши И., 13 лет, от 30/V 1961 г.

Как видно на верхней электроэнцефалограмме (рис. 103, А), на фоне четкого альфа-ритма имеется удовлетворительное воспроизведение мозгом навязываемой частоты стимуляции 15 герц. Под влиянием транквилизирующей смеси (аминазина 5 мг + метамизила 1 мг) дыхатель-



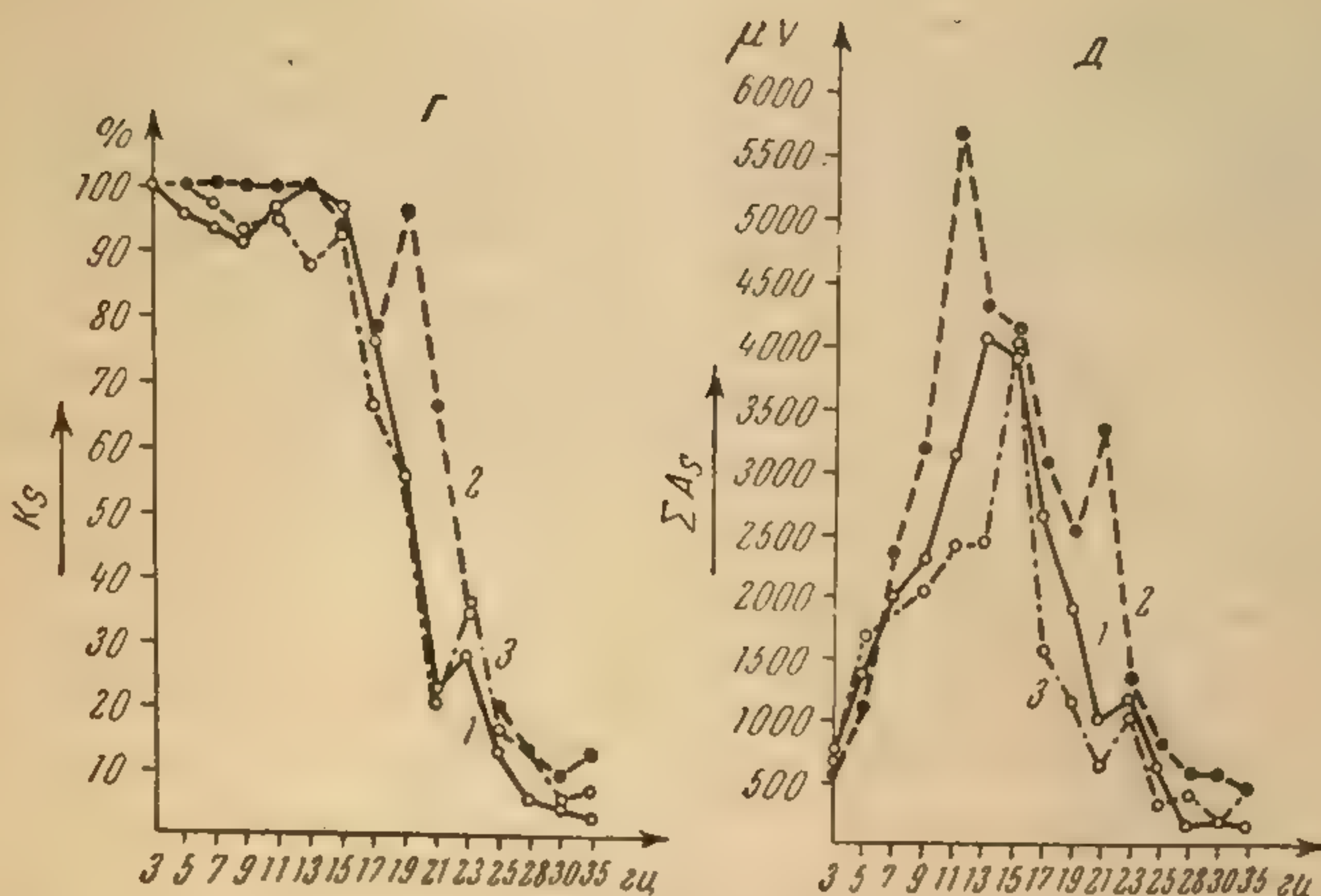


Рис. 104. Исследование реактивных потенциалов Сергея Б., 12 лет, 5/VI 1961 г.

Обозначения те же, что на рис. 98.

ные движения стали редкими и поверхностными, усвоение мозгом частоты 15 герц заметно улучшилось, особенно справа (рис. 103, Б). После воздействия холодого агента дыхательные движения стали чаще и глубже, а способность мозга воспроизводить частоту 15 герц резко ухудшилась, прежде всего за счет уменьшения амплитуды реактивных потенциалов (рис. 103, В). В графиках анализа имеются следующие характеристики процесса синхронизации этих электроэнцефалограмм (рис. 103, Г, Д): K_s — 58% — норма, 92% — блокада, 71% — разблокирование; ΣA_s — 1550 мкв — норма, 4675 мкв — блокада, 1900 мкв — разблокирование.

Клиническая реакция при этом была: пульс — 60 ударов в минуту — норма, 76 ударов — блокада, 64 удара — разблокирование; артериальное давление — 100/65 мм ртутного столба — норма, 97/60 мм — блокада, 107/65 мм — разблокирование. После воздействия холодого агента на кожу лица и ушных раковин полностью исчезли сонливость и безразличие, вызванные введением литической смеси транквилизаторов. После вытирания потной ладони правой руки восстановилась выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция, которая отсутствовала по этой причине после применения холодого агента (рис. 103, В).

Графики анализа (рис. 103, Г—Д) показывают, что под влиянием одновременной блокады адрено- и М-холинореактивных систем ретикулярной формации мозгового ствола несколько повысился показатель K_s для частот 3—17 герц и параллельно по всему спектру частот увеличился показатель ΣA_s , особенно резко это увеличение было выражено в центре спектра частот реактивных потенциалов (7—17 герц). Под влиянием холодового агента оба показателя уменьшались, особенно показатель энергии реактивных колебаний, который достиг исходного уровня.

Со сходным вариантом изменения реактивных потенциалов мозга при блокаде литической смесью и разблокировании холодовым агентом мы встретились у некоторых детей. Он отличался от предыдущего тем, что усиление процесса синхронизации наблюдалось также и в высокой части спектра и кривые обоих показателей этого процесса имели дополнительную вершину в высокой части спектра. В качестве примера этого варианта представляем электроэнцефалограммы и графики анализа Сергея Б., 12 лет, от 5/VI 1961 г.

На верхней электроэнцефалограмме (рис. 104, А) в норме имеется регулярное дыхание, через 1,4 секунды наступает выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция амплитудой 12 мм в ответ на включение световой стимуляции.

На фоне альфа-ритма наблюдалось удовлетворительное усвоение ритма частотой 19 герц. После введения литической смеси (рис. 104, Б) отмечалось улучшение усвоения частоты 19 герц, дыхание стало реже и более поверхностным, ориентировочная кожно-гальваническая реакция затормозилась. Холодовой агент своим рефлекторным действием прекратил блокаду адрено-и холинореактивных систем ретикулярной формации, снова появилась выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция, дыхательные движения стали значительно глубже, синхронизация реактивных потенциалов заметно снизилась (рис. 104, В). Приводим характеристики показателей синхронизации для электроэнцефалограмм, представленных в рисунках (рис. 104, Г, В): K_s — 56% — норма, 97% — блокада, 57% — разблокирование; ΣA_s — 1925 мкв — норма, 2575 мкв — блокада, 1200 мкв — разблокирование. Еще более демонстративно менялась суммарная энергия реактивных потенциалов частотой 11 герц: 3150 мкв — норма, 5850 мкв — блокада, 2400 мкв — разблокирование.

Клиническая реакция: пульс — 76 ударов в минуту — норма, 84 удара — блокада, 88 ударов — разблокирование; артериальное давление — 100/65 мм ртутного столба — норма, 95/60 мм — блокада, 102/68 мм — разблокирование.

Из графиков анализа (рис. 104, Г, В) видно, что блокада двух главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации увеличивает коэффициент синхронизации, особенно сильно в верхней части

спектра (19—21 герц). Одновременно увеличивается суммарная энергия реактивных потенциалов, особенно резко для колебаний частотой 13 и 21 герц. Эти две вершины дают соответственно прирост показателя ΣA_s на 2700 и 2200 мкв. Разблокирование холодным агентом уменьшает оба показателя синхронизации, при этом показатель ΣA_s падает ниже первоначального фона.

Таким образом, основная тенденция в виде увеличения показателей синхронизации реактивных потенциалов наблюдалась нами как при действии одного транквилизатора, так и при их совместном применении (аминазин с метамизилом). Действие холодного агента на рецепторы тройничного нерва приводило к моментальному разблокированию ретикулярной формации, в результате чего оба показателя синхронизации уменьшались, достигая своего первоначального уровня, а зачастую падая и ниже его. При этом растормаживалась угнетенная блокадой ориентировочная кожно-гальваническая реакция. Эта тенденция проявилась в многочисленных исследованиях.

Заключение

Для здорового ребенка, для его тонуса, закаливания и выносливости, профилактики заболеваний и борьбы с утомлением огромную роль играют физиологические стрессоры. В предыдущей главе мы видели результаты применения таких стрессовых раздражителей (холод, мышечная нагрузка). В этой главе был продолжен анализ кратковременного действия (одна минута) холодного агента ($+10^\circ$) на рецепторы тройничного нерва ребенка. При этом мы учитывали новые данные нейрофизиологии. Согласно этим данным, холодный раздражитель воспринимается нервными рецепторами и отсюда по афферентным путям и по их коллатералям нервное возбуждение распространяется в кору и ретикулярную формацию мозгового ствола. Ретикулярная формация, подвергаясь также влиянию с коры, стимулирует гипоталамо-гипофизарную активность, в том числе и выработку АКТГ. Одновременно холодный агент рефлекторным путем стимулирует деятельность мозгового слоя надпочечников, выбрасывающих в кровь адреналин. Последний в свою очередь активизирует деятельность ретикулярной формации как непосредственно, так и через хеморецепторы аорты и каротид. Это усиливает секрецию АКТГ передней долей гипофиза. АКТГ вызывает секрецию глюкокортикоидов корой надпочечников, которые могут влиять на лизис лимфоцитов и освобождение антител. По последним данным (Загер, 1962), афферентные холодные раздражения по коллатералям вызывают возбуждение не только ретикулярной формации, но и гипоталамуса. Гипоталамус же регулирует секрецию всех гормонов гипофиза и, таким образом, играет важную роль в поддер-

жании гомеостаза. Следовательно, главным структурным компонентом адаптационного синдрома следует считать ретикулярную формацию мозга, которая активируется с периферии афферентными раздражениями, с коры — кортикофугальными возбуждениями, а также рефлекторно выделяющимся адреналином и ацетилхолином. Следует добавить, что последние опыты (Вент, 1961) показали, что введение в кровь адреналина или раздражение симпатикуса рефлекторно вызывает через ганглиозные элементы периферической рефлекторной дуги выделение в кровь ацетилхолина. Это, по-видимому, и ведет к вторичному расширению пальцевых сосудов в ответ на холодовое воздействие, которое имеет адренергический характер.

Одновременное исследование у группы детей (10 человек) изменения реактивных потенциалов и динамики биологически активных веществ крови показало, что у детей в отличие от взрослых адреналиноподобные вещества в ответ на холодовое раздражение увеличиваются лишь в половине случаев. Величина же ацетилхолина имела выраженную тенденцию к увеличению по сравнению с исходным фоном. Взрослые в фоне имели более низкий уровень ацетилхолина крови (0,3—0,5 мкг%), чем дети (в среднем 0,9 мкг%). Тем не менее у взрослых, по данным литературы, ацетилхолин в крови в ответ на холодовое раздражение понижался. У детей же при холодовом раздражении мы отметили повышение ацетилхолина в 8 случаях из 10. В среднем он повышался с 0,9 до 1,08 мкг%.

Изучение влияния на спектр реактивных потенциалов утомленного мозга кратковременного (одна минута) рефлекторного действия холода (+10°) на рецепторы тройничного нерва было проведено на детях 11—15 лет. Всего изучалось 70 детей — 40 учащихся школы-интерната и 30 школьников, временно находившихся в отоларингологической клинике.

Основная тенденция динамики реактивных потенциалов утомленного мозга после воздействия холодового агента на рецепторы тройничного нерва заключалась в понижении коэффициента синхронизации и суммарной энергии реактивных потенциалов (67% обследованных детей). В отдельных случаях (10%) отмечалась противоположная тенденция. В остальных случаях (23%) не было существенных изменений реактивных потенциалов мозга.

Основная тенденция изменения реактивных потенциалов мозга на холодовое раздражение проявлялась по-разному. У одних детей она была выражена резко и проявлялась в значительном уменьшении обоих показателей синхронизации (K_s и ΣA_s). При этом понижение могло происходить как по всему спектру частот реактивных потенциалов (например, исследования Игоря Х., Люды М.), так и в центре спектра (например, исследования Саши И., Славы М.). У других детей уменьшение

показателя ΣA_s в центре спектра сочеталось с некоторым увеличением показателя K_s в нижней половине спектра и уменьшением его в верхней половине спектра, что приводило к определенной диссоциации обоих показателей при некоторых частотах (например, в частоте 11 герц у Славы Щ.).

В следующем варианте общая тенденция понижения обоих показателей синхронизации по всему спектру чередовалась с диссоциацией их изменения в одной частоте (так, у Вовы Б. энергия в частоте 9 герц увеличилась по сравнению с исходным фоном, а коэффициент синхронизации уменьшился).

Встретился и такой вариант, когда общая тенденция увеличения показателя K_s сочеталась с противоположной тенденцией изменения показателя ΣA_s в ряде частот (например, при частотах 7 и 17 герц у Миши М.).

Следующий вариант общей тенденции заключался в сдвиге кривых обоих показателей синхронизации влево в низкую часть спектра (например, исследование Сергея К.). В V главе мы встречали при утомлении случаи с противоположной холодовому раздражению тенденцией — изменения реактивных потенциалов: тогда кривые обоих показателей сдвигались вправо в высокую часть спектра, а не влево (сравни с исследованиями Любы С., Игоря Н. из V главы).

Наконец, последний вариант, в котором проявлялась общая тенденция к уменьшению величин обоих показателей синхронизации, заключался в их увеличении в полосе низких частот (3—7 герц) и значительном уменьшении обоих показателей в широкой полосе спектра с 9 до 23 герц (например, исследование Олега Л.).

Нам не удалось подметить четкую тенденцию в реакциях пульса и артериального давления в ответ на холодовое раздражение: отмечались как случаи симпатической реакции (учащение пульса и повышение давления), так и парасимпатической реакции (имеющей противоположную тенденцию). По-видимому, характер реакции зависел от индивидуальных и типологических особенностей ребенка.

При блокаде двух главных путей проведения нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола (аминазином + метамизилом) проявлялась четкая тенденция к некоторому увеличению показателя K_s и значительному росту показателя ΣA_s . Противоположная тенденция динамики обоих показателей (их уменьшение часто до исходного уровня или ниже) была после холодового раздражения рецепторов тройничного нерва (обтирание в течение минуты лица и ушей кусочком льда), вызывающего разблокирование ретикулярной формации.

Такая же тенденция, хотя и не так резко выраженная, имела место при частичной блокаде центральных синаптических систем лишь одним транквилизатором (аминазин, метамизил, метилдифацил) и их последующем разблокировании обтиранием лица и ушей кусочком льда.

Во всех случаях блокады и разблокирования холодным раздражением упомянутая тенденция была выражена достаточно четко, хотя проявлялась она, так же как и действие холода на утомленный мозг, в разных вариантах. Эта тенденция проявлялась то по всему спектру частот (например, исследования Володи С., Сергея Б., Миши И.), то в центре спектра (например, исследование Вити Ч.), то в какой-нибудь его части (например, исследования Виктора Х., Сергея В., Сергея С.).

Таким образом, мы видели, что примененный нами метод устранения умственного утомления (холодовое раздражение рецепторов тройничного нерва) оказался исключительно эффективным также для моментального прекращения «полной» и частичной блокады ретикулярной формации мозгового ствола. Вместе с тем мы заранее точно знали, что заблокированы синаптические системы ретикулярной формации среднего мозга, а холодное раздражение тройничного нерва снимало эту блокаду. Наблюдаемые при этом и при снятии умственного утомления тем же холодным агентом изменения электрической реактивности мозга ребенка были однозначны. Однозначными были и клинические результаты воздействия холодного агента на рецепторы тройничного нерва. Все это убеждает нас, что холодный агент прежде всего рефлекторно повышает тонус ретикулярной формации мозгового ствола ребенка.

Глава XI

ОБСУЖДЕНИЕ И ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Природа умственного утомления и физиологический анализ путей его устранения составляют одну из центральных и труднейших проблем физиологии здорового ребенка школьного возраста.

В предыдущих 10 главах изложен литературный и фактический материал, который мы собрали относительно симптоматики, физиологической природы, анализа функциональных нарушений мозговой деятельности и путей его устранения. Мы полагаем, что вправе признавать полученные нами факты новыми, хотя мысли о нарушении высшей нервной деятельности и конкретных средствах его устранения были высказаны уже давно. Но одно дело высказать мысль, а другое — ясные и точные факты, содержащие анализ корково-подкорковых взаимоотношений и электрической реактивности головного мозга школьника при умственном утомлении. Одно дело основываться на представлениях общечеловеческого эмпиризма, а другое — исходить из точных фактов количественных и качественных сопоставлений электрической реактивности детского мозга при умственном утомлении и при фармакологическом временном выключении (одного или обоих) главных путей передачи нервных импульсов в активирующей системе ретикулярной формации. Одно дело эмпирически описать применение афферентных раздражений для устранения умственного утомления, а другое — точный анализ корково-подкорковых взаимоотношений в процессе устранения утомления, подтвержденный анализом изменения реактивных потенциалов мозга при влиянии на мозг афферентных раздражений и сопоставление этих фактов с результатами модельных исследований электрической реактивности мозга при разблокировании ретикулярной формации мозгового ствола холодowymi раздражениями рецепторов тройничного нерва.

Вместе с тем наш предмет далеко не исчерпан и проблема умственного утомления далека от своего окончательного разрешения. Много и очень многое, касающееся условий работы мозга ребенка при конкрет-

ных режимах учебы, труда и отдыха с учетом возраста, типологических и индивидуальных особенностей школьников, должно быть еще выяснено в этой проблеме, чтобы можно было рекомендовать полностью физиологически обоснованные возрастные нормы различных элементов режима дня сорока миллионам школьников нашей Родины.

Все эти вопросы будут служить ясной программой дальнейшего исследования.

Уже первые исследователи столкнулись с противоречивой ролью процесса труда в мозговой деятельности человека — взрослого и ребенка. С одной стороны, напряженный умственный труд необходим для овладения богатством человеческих знаний и творческой созидательной деятельности, с другой стороны, — именно он при неправильной организации приводит к явлениям нарушения мозговой деятельности, к истощению нервной системы. Разрешить это противоречие можно было, только изучив физиологическую природу процесса утомления и на основании ее знания найти пути и средства рационализации режима труда, разработать меры по устранению умственного утомления.

Клиническое наблюдение за умственным переутомлением показало, что для детей школьного возраста оно наиболее опасно, особенно если оно носит систематический характер и поэтому прогрессирует. У ребенка можно наблюдать внешние физические признаки умственного переутомления; кожные покровы и слизистые — бледные, поза расслабленная, движения вялые, неуверенные, иногда — тремор. Поведение ребенка в этих случаях характеризуется замедлением темпа выполняемой учебной работы, увеличением количества ошибок, часто апатичностью, раздражительностью, иногда сварливостью, уменьшением умственной и физической работоспособности. Психическими симптомами умственного утомления ребенка являются нарушения внимания, способности концентрироваться, ослабление памяти, нарушения логических построений, фантазии, способности к абстракции и суждениям. Вместе с тем характерным для умственного утомления детей является то, как указывает Трамер (1960), что оно ведет обычно к торможению и угнетению поведения. В отличие от этого физическое утомление обычно приводит ребенка к двигательному возбуждению.

Какие же физиологические закономерности лежат в основе всех этих симптомов, какова природа умственного утомления, его генез и физиологически обоснованные пути его устранения?

Эта проблема привлекла внимание специалистов различных дисциплин — школьных врачей, гигиенистов, психологов, педагогов, физиологов, работников детских учреждений, для которых так тесно сочетаются задачи охраны здоровья, обучения и воспитания подрастающего поколения — будущих активных строителей нашей страны. Однако если мышечное утомление было подробно изучено и его физиологической

природе, биохимии, биофизике и т. д. были посвящены многие тысячи работ, то умственное утомление во многом до сих пор оставалось неизвестной областью. Существующие представления о его механизме гипотетичны, неясны, а природа его мало изучена. Это объясняется многими причинами. Прежде всего здесь следует указать на то, что точное измерение умственного утомления пока не найдено и в отличие от мышечного утомления оно не может быть прослежено на животных.

Изучение работы головного мозга при умственном утомлении ставит перед экспериментатором сложные задачи исследования корково-подкорковых взаимоотношений, физиологический анализ которых у человека до сих пор не проводился, а адекватные методики отсутствовали. Вместе с тем не вызывает никакого сомнения, что без изучения корково-подкорковых взаимоотношений нельзя даже приблизительно анализировать нарушение мозговой деятельности, вызванное умственным утомлением школьника.

Трудности анализа корково-подкорковых отношений человека были нами преодолены применением классического метода условных секреторных рефлексов, дополненного регистрацией их неспецифических вегетативных компонентов (кожно-гальванического, сосудистого, дыхательного). Этот комплексный метод изучения корково-подкорковых отношений сочетался с методом исследования биоэлектрической реактивности детского мозга при умственном утомлении. Новый метод реактивных потенциалов мозга позволил учитывать результаты фармакологического выключения определенных структур подкорковых образований, в частности активирующей восходящей системы ретикулярной формации головного мозга ребенка.

Исследование влияния умственной работы и вызванного ею утомления производилось, как мы уже говорили в I главе, в основном по трем направлениям. Первую и самую раннюю группу работ составили исследования, в которых использовался метод клинического наблюдения и статистики. Начиная с работы школьного врача Лоринзера (1836), с помощью клинического наблюдения и статистического учета уже на ранней стадии изучения умственного утомления был собран обширный и ценный материал. Этот материал убедительно свидетельствовал о явлениях умственного утомления учащихся детей, о необходимости коренных реформ школы, прежде всего сокращения продолжительности классных и домашних занятий. Вместе с тем установление самого факта умственного утомления ничего не говорило о природе этого явления, о механизмах процесса утомления, разбивающегося в головном мозгу ребенка.

Вторую группу работ составили исследования, выполненные при помощи различных методов и конкретных методик, применяемых в педагогике и психологии. Начиная с работы киевского психиатра И. А. Сп-

корского (1879), с помощью психологических и педагогических методик было доказано, что умственное утомление существует и развивается параллельно умственному труду, сказываясь как на качестве, так и затем на количестве производимой работы. Однако все эти методики дают лишь суммарные заключительные цифры, характеризующие работоспособность ребенка в момент исследования. Из результатов этих исследований мало что можно узнать о характере изменения работы мозга при умственном утомлении. Они дают недостаточно данных для нейрофизиологического анализа и выяснения физиологической природы процессов, развивающихся в головном мозгу под влиянием умственной работы.

Третью группу работ составили исследования, посвященные изучению влияния умственного утомления на функции отдельных органов — на характер пульса, сердечной деятельности, плетизмограмму, дыхание, эргограмму, артериальное давление, на состав, вязкость и свертываемость крови, температуру тела и мозга, функции слуха и зрения, кожно-гальванические реакции, газообмен и т. д. Начиная с работ итальянского физиолога Моссо (1874, 1879, 1881, 1884, 1890, 1893), в многочисленных физиологических экспериментальных исследованиях при помощи разнообразных методик был установлен ряд важнейших закономерных сдвигов в функции различных органов и систем. Однако все эти работы не давали представления или позволяли судить лишь косвенно о функциональных нарушениях при умственном утомлении важнейшего органа, производящего умственную деятельность, — головного мозга.

Существенный недостаток указанных методик был понят рядом исследователей. В результате стали предприниматься попытки изучать умственное утомление наиболее прямым способом. Этим способом явился метод условных рефлексов, предложенный для изучения мозговой деятельности ребенка Н. И. Красногорским (1907). Основное преимущество этого метода — возможность на основании «закона силы» объективно количественно и качественно оценивать работу головного мозга и характер ее изменений (фазовых состояний) у школьника под влиянием умственного утомления.

Многочисленные работы (1906—1936) лабораторий И. П. Павлова, проведенные под его руководством, исследовали различные условия проявления «закона силы». Эти работы, а также работы, выполненные на детях учеником И. П. Павлова Н. И. Красногорским, показали, что «закон силы» является основным количественным законом теории условных рефлексов и на нем базируется возможность количественного анализа процессов высшей нервной деятельности, а также качественная оценка функционального состояния больших полушарий.

С целью изучения корковой динамики при умственном утомлении мы применили классическую секреторно-двигательную методику условных рефлексов, разработанную для ребенка Н. И. Красногорским. Для

анализа фазовых изменений возбудимости больших полушарий ребенка при умственном утомлении необходимо было соблюдать методические условия проявления этого закона. К ним относятся: одинаковое пищевое подкрепление, определенное отставление условного раздражителя от безусловного (у детей обычно применяется отставление на 30 секунд), употребление в начале и конце опыта совпадающих раздражений (отставление условного раздражителя на 5 секунд, чтобы избежать выработки запаздывающего условного рефлекса), а также разные промежутки времени между применением условных раздражителей (чтобы не вырабатывался рефлекс на время).

Подчеркнем, что установление качественного состояния больших полушарий ребенка возможно только путем количественного анализа величин условнорефлекторных ответов ребенка. Поэтому понятно, что соблюдение приведенных выше условий проявления «закона силы» исключительно важно для исследования нарушений корковой динамики, вызываемых умственным утомлением ребенка.

Чрезвычайно важно учитывать и тот факт, что фазовые явления в коре головного мозга ребенка наблюдаются не только при систематическом умственном утомлении (в этом случае они являются нормальной защитной реакцией на чрезмерные требования к центральной нервной системе и развиваются при суммировании многократных, зачастую и одинаковых, хотя и слабых, речевых раздражений), но и при различных неврозах у детей. Однако, когда фазовые состояния являются выражением физиологического запредельного торможения, они, как мы видели, легко устраняются отдыхом, рациональным режимом, афферентными раздражениями. Фазовые же состояния при неврозах характеризуются инертностью раздражительного и тормозного процессов. Именно инертность лежит, по-видимому, в основе невротических клинических симптомов и всегда указывает на патологию. Поэтому И. П. Павлов ввел понятие «патологической инертности» нервных процессов. Наши опыты показывают, что умственному утомлению ребенка, если отсутствует патология, никогда не бывает свойственна патологическая инертность.

Корковая деятельность больших полушарий школьников при систематической умственной нагрузке 7—11 часов в день характеризовалась различными фазовыми изменениями возбудимости мозговой коры. В подавляющем большинстве случаев при этом в коре наблюдались тормозные фазы возбудимости. У одних детей преимущественно развивалась уравнительная тормозная фаза, у других — парадоксальная, у третьих — уравнительная переходила в парадоксальную и наоборот. При анализе взаимодействия корковых сигнальных систем тормозные фазовые состояния наблюдались на уровне как первой, так и второй сигнальной системы. Часто, однако, эти фазы были неодинаковые. Так, при упо-

треблении непосредственных условных раздражителей (адресующихся в первую сигнальную систему) во многих случаях имелись условнорефлекторные ответы, характерные для уравнительной тормозной фазы. При экстренной же замене у этого ребенка стереотипа непосредственных раздражителей соответствующим ему стеротипом речевых раздражителей уравнительная тормозная фаза сменялась парадоксальной тормозной фазой. Отсутствие идентичности фаз в первой и второй сигнальных системах при умственном утомлении экспериментально подтверждает мысль И. П. Павлова о различной подверженности охранительному запредельному торможению клеток первой и второй сигнальной системы. При умственном утомлении мы не наблюдали одинаковых фазовых состояний у одного и того же ребенка при работе с непосредственными и адекватными им речевыми сигналами. Не одинаковы были изменения возбудимости и у различных детей, отличающихся по возрасту и типологическим особенностям.

Дети исследуемых нами возрастов (7—15 лет) легко выводились из фазовых состояний, иногда это происходило без каких-либо специальных мероприятий в связи со случайно выпавшим на долю ребенка отдыхом, положительными эмоциями или неожиданно складывающимся некоторым уменьшением учебной нагрузки.

Подавляющее большинство случаев умственного утомления характеризовалось тормозными фазами в больших полушариях различной интенсивности и экстенсивности. Казалось, это убедительно говорит в пользу идентификации умственного утомления с охранительным запредельным торможением. Такое объяснение импонировало нам. Между тем мы столкнулись с фактами, не укладывающимися в прокрустово ложе этой концепции. В III главе подробно описан фактический материал исследования Алика М. (см. табл. 4), у которого умственное утомление приводило к простой и уравнительной эксцитаторным фазам по Н. И. Красногорскому или фазам на высоком уровне по И. П. Павлову. Это состояние повышенной возбудимости мозговой коры, которое также вело к нарушению адекватной работы головного мозга, как свидетельствовали факты, могло характеризовать функциональные нарушения мозговой деятельности при умственном утомлении. Нам пришлось в соответствии с фактами отказаться от объяснения, сводящего умственное утомление только к тормозным изменениям состояния возбудимости больших полушарий.

Высшая нервная деятельность представляет собой объединенную деятельность больших полушарий и подкорковых образований, поэтому особый интерес при изучении умственного утомления представлял анализ корково-подкорковых взаимоотношений. По этому вопросу полностью отсутствовали данные в литературе. Результаты развития электрофизиологии, включая микроэлектродную технику, и нейрофармако-

логии, включая появление средств медиаторного действия, открыли новые пути и методы анализа корково-подкорковых взаимоотношений. Можно добавить, что корково-подкорковые связи имеют функциональный характер и их не смогли бы выявить классическими морфологическими методами.

Многочисленные новые исследования с использованием современной экспериментальной техники видных зарубежных и отечественных нейрофизиологов и неврологов привели к открытию неизвестных до сих пор физиологических свойств ретикулярной формации мозгового ствола и таламуса. Было доказано, что ретикулярная формация головного мозга обладает универсальным активирующим влиянием на нервные процессы в коре больших полушарий и других уровнях центральной нервной системы. Вместе с тем в последние годы отечественными и зарубежными исследователями точными экспериментами на животных была доказана корковая регуляция ретикулярных функций через кортикофугальные пути к ретикулярной формации мозгового ствола и таламуса. Эти факты заставляют думать, что в естественных условиях целостной деятельности организма человека активация ретикулярной формации осуществляется одновременно двумя путями: из коры (например, через внушение) и с периферии афферентными раздражениями. Было доказано, что в свою очередь ретикулярная формация мозгового ствола генерализованно и тонически активирует кору головного мозга, а последняя избирательно координирует деятельность ретикулярной формации и отдельных звеньев афферентных и эфферентных путей, используя при этом неспецифические ядра таламуса. П. К. Анохиным (1959, 1962) на основании нового экспериментального материала была выдвинута концепция о специфическом активирующем влиянии ретикулярной формации головного мозга.

Комплексная полиэффекторная регистрация соматических и вегетативных функций, как показали в опытах на животных П. К. Анохин (1958) и Гент (1956), позволяет рассматривать вегетативные компоненты условной пищевой реакции как составную часть физиологической архитектуры единой целостной реакции организма.

Основываясь на указанных соображениях, мы разработали применительно к ребенку комплексную методику исследования корково-подкорковых взаимоотношений. Эта методика позволяла изучать не только специфические рефлекторные изменения, вызываемые условными и безусловными раздражителями, но и неспецифические изменения вегетативных компонентов рефлекторных реакций, определяемые преимущественно состоянием ретикулярной формации и другими подкорковыми образованиями (в том числе сосудистым и дыхательным центрами). С этой целью классическая секреторно-двигательная методика Красногогорского была модифицирована и дополнена параллельной регистра-

цией еще трех вегетативных компонентов пищевой реакции (дыхательного, сосудистого, кожно-гальванического).

Оказалось, что корковая динамика при умственном утомлении детей характеризуется следующим: трудностью выработки динамического стереотипа, его неустойчивостью, низкой величиной условных рефлексов и их неправильными силовыми отношениями (Пратусевич, 1956) и сопровождается одновременным нарушением также нормальных подкорковых реакций. Это выражалось прежде всего в неустойчивости корковых и подкорковых компонентов в целостной рефлекторной реакции на условный и безусловный пищевой раздражитель, изменением проявления отдельных неспецифических подкорковых компонентов этой реакции. Общая тенденция нарушения корково-подкорковых взаимоотношений заключалась в развитии тормозных фазовых состояний в коре больших полушарий и угнетении (торможении) неспецифических вегетативных компонентов условных, а нередко и безусловных рефлексов.

При этой общей тенденции угнетение отдельных неспецифических компонентов носило в разных случаях вариантный характер, где каждый компонент различно тормозился, отражая глубину и распространенность тормозного процесса в различных подкорковых образованиях.

Пожалуй, абсолютной тенденцией было или полное торможение или значительное угнетение неспецифического кожно-гальванического компонента условной и безусловной пищевой реакции. Основываясь на данных отечественной и зарубежной литературы (Соколов, 1959, и др.), следует признать тесную связь проявления кожно-гальванической реакции с активирующим влиянием ретикулярной формации среднего мозга. Можно добавить, что выключение адрено- или холинсреактивных систем синапсов ретикулярной формации, как показали опыты, описанные в VI и VII главах, приводило к торможению ориентировочной кожно-гальванической реакции. Вместе с тем из литературных данных известно, что соответствующие адрено- и холинолитические транквилизаторы имеют местом своего преимущественного приложения синапсы ретикулярной формации среднего мозга. Отсюда следует, что торможение кожно-гальванической реакции при умственном утомлении правомерно рассматривать как торможение активирующего отдела ретикулярной формации главным образом среднего мозга.

Торможение неспецифической кожно-гальванической реакции проявляется в разных вариантах. У одних детей происходит абсолютное торможение кожно-гальванической реакции на все условные и безусловные раздражения, у других детей она тормозится только на условные раздражители, а на безусловные эта реакция проявляется, хотя и имеет недостаточную величину. Наконец, имеется и третий вариант, когда кожно-гальваническая реакция проявляется также на условные раздражители, но величина ее незначительная и эта реакция имеет

амплитуду, гораздо меньшую, чем при оптимальной возбудимости головного мозга. На сильный раздражитель (звук) кожно-гальваническая реакция выражена лучше, чем на слабый. Однако встречались случаи парадоксального реагирования, когда на сильный раздражитель кожно-гальваническая реакция отсутствовала, а на слабый — появлялась, но была плохо выражена, на тормозной же сигнал эта реакция была выражена умеренно. Одновременно наблюдалась известная неустойчивость кожно-гальванической реакции у одного и того же ребенка в разных опытах: в одних исследованиях было полное ее угнетение на все условные и безусловные раздражители, в других — реакция появлялась, но была слабо выражена (см. табл. 10).

Все указанные варианты проявления неспецифической кожно-гальванической реакции показывают, что активирующая функция ретикулярной формации, выявляемая по показателю кожно-гальванической реакции при умственном утомлении школьника, тормозится различно. Это торможение имеет разную интенсивность и экстенсивность в зависимости от выраженности умственного утомления, типологических особенностей высшей нервной деятельности и функционального состояния организма ребенка, прежде всего центральной нервной системы. Сказанным еще раз подчеркивается сложность и вариантность процессов утомления в головном мозгу школьника.

Сосудистый неспецифический компонент условной реакции также угнетался при умственном утомлении. Но это торможение проявлялось не так четко, как кожно-гальваническая реакция. В свою очередь оно проявлялось в ряде вариантов. Если у одних детей торможение сосудистого компонента пищевых рефлексов было абсолютным, то у других сосудистая реакция была неустойчивой, т. е. имели место «спонтанные» колебания тонуса сосудов, и оценка неспецифического сосудистого компонента была затруднительной. Наблюдались и такие варианты, когда в одном опыте сосудистый компонент практически отсутствовал, а в других он появлялся и тогда его выраженность могла подчиняться «закону силы», т. е. зависеть от силы раздражителя. Нередко, однако, выраженность сосудистого компонента не зависела от силы условного раздражителя. При оптимальной же возбудимости коры и подкорковых образований, как было показано в IX главе, сосудистый компонент становился четко выраженным у всех детей.

Все варианты вегетативных компонентов рефлекторных реакций рассматривались в IV главе. Они свидетельствуют, что при утомлении могут иметь место как понижение возбудимости соответствующих подкорковых образований, так и ее колебания. В данном случае выраженность сосудистого компонента отражает, по-видимому, активацию сосудистого центра в продолговатом мозгу со стороны ретикулярной формации мозгового ствола. Сосудодвигательный центр, так же как и

дыхательный, не только тесно связан с ретикулярной формацией мозгового ствола, но и расположен в области ретикулярной формации (Бродал, 1960). Отсюда понятно, что такой неспецифический вегетативный компонент пищевой реакции, как изменение просвета сосудов, отражает прежде всего тонус сосудодвигательного центра в продолговатом мозгу, а также эффективность его активации со стороны вышележащих структур ретикулярной формации и больших полушарий.

Изучение неспецифических сосудистых реакций показало, что их полное угнетение на различные сигнальные раздражители вызвать значительно труднее, чем кожно-гальванических реакций. Это объясняется тем, что сам по себе сосудодвигательный центр связан с жизненной функцией организма и прекращение его работы повело бы к катастрофе. Но при умственном утомлении или наблюдалось определенное его угнетение или его реактивность характеризовалась неустойчивостью, свидетельствовавшей о колебаниях возбудимости центра, что не могло не нарушать адекватного кровоснабжения органов, обеспечивающих поведение ребенка, его реакции на внешние стимулы. В свете сказанного можно объяснить и такие симптомы умственного переутомления, как бледность кожных покровов и слизистых, вялость. Действительно, как не быть вялости, если торможение имеет место в коре и подкорковых образованиях головного мозга школьника и их функция снижена и нарушена.

Изучение неспецифического дыхательного компонента условных и безусловных реакций также показало, что при этом имеет место общая тенденция к известному торможению дыхательного центра. Сама выраженность дыхательного компонента определяется активацией дыхательного центра со стороны ретикулярной формации мозгового ствола. Но эта общая тенденция проявляется далеко не всегда одинаково. При этом имеет место большая вариантность. Так, мы встретились со случаями, когда при умственном утомлении у детей были заторможены сосудистый и кожно-гальванический компоненты, а неспецифический дыхательный компонент был не только четко выражен по изменению ритма, но дыхательные движения при предъявлении условного раздражителя значительно усиливались. В некоторых других исследованиях при утомлении дыхательный компонент был выражен весьма слабо. Обычно при действии сигнального раздражителя наблюдалось некоторое замедление дыхания, но встречались опыты, в которых оно учащалось. Тем не менее у абсолютного большинства детей неспецифический дыхательный компонент угнетался, иногда же это угнетение было абсолютным, распространяясь и на безусловный раздражитель.

Таким образом, дыхательный центр, связанный с важнейшей жизненной функцией организма, работал всегда в определенном ритме и его торможение при утомлении, различной интенсивности и экстенсив-

ности, проявлялось лишь в отсутствии изменений в его деятельности при предъявлении сигнальных пищевых раздражителей. Естественно, это лишало поведение ребенка адекватного повышения возбудимости рабочего дыхательного центра при необходимости срочно изменить режим его работы в связи с новыми условиями. В результате понижения тонуса при утомлении работа жизненно важных центров (сосудистого и дыхательного) не прекращалась, но становилась как бы косной, плохо реагирующей на вмешательство коррегирующих кортикофугальных импульсов, в противоположность состоянию ребенка при оптимальной возбудимости коры и подкорковых образований головного мозга.

Рассмотренные опыты по изучению корково-подкорковых взаимоотношений вскрывают новый факт угнетения функции подкорковых образований головного мозга ребенка при умственном утомлении. При этом торможение имело различную силу и распространенность в различных подкорковых образованиях (ретикулярная формация среднего мозга, сосудистый и дыхательный центры).

Можно было предполагать, что торможение активирующей функции ретикулярной формации мозгового ствола играет особую роль в явлениях умственного утомления. Однако для подтверждения этой гипотезы необходим был специальный физиологический анализ роли ретикулярной формации в процессах умственного утомления. Для указанного анализа необходимы были новые методы и новые подходы к проблеме мозговой деятельности при умственном утомлении. Это и только это могло дать ключ для решения стоящей перед нами задачи: исследовать физиологическую природу умственного утомления.

Мы обратились к современным достижениям электрофизиологии головного мозга. Они дают возможность непосредственно наблюдать изменения электрических потенциалов головного мозга под влиянием различных естественных факторов. Начиная с исследований Эдриана и Мэтьюса (1934), многие авторы показали способность человеческого мозга воспроизводить в ритмах электроэнцефалограммы частоту ритмического светового раздражения в диапазоне от нескольких герц до десятков герц. Реактивные потенциалы мозга (называемые также «ответными», «потенциалами следования» и «вызванными») имеют свою преимущественную локализацию в проекционной зоне коры зрительного анализатора (затылочная область).

Исследованиями разных авторов было показано, что электроэнцефалограмма ребенка имеет свои возрастные особенности и отличия от электроэнцефалограммы взрослого. Электроэнцефалограмма ребенка характеризуется меньшей регулярностью доминирующего ритма, наличием значительного количества медленных нерегулярных потенциалов. Эти особенности выражены тем сильнее, чем моложе ребенок. Способность же мозга детей воспроизводить частоту ритмического светового

раздражения выражена тем хуже, чем моложе ребенок. При этом учитывался диапазон воспроизводимых частот и визуально определялось качество усвоения. Результаты исследования способности мозга детей воспроизводить частоту световых ритмов были различными у разных исследователей. Причина этого заключалась в том, что реакция усвоения ритма прерывистого света зависела не только от способности мозга воспроизводить те или иные подаваемые на глаза частоты раздражения. Был открыт еще ряд факторов, оказывающих значительное влияние на эту способность головного мозга. Одним из этих факторов оказались некоторые нейрофармакологические вещества, другим — патологические состояния мозга, третьим — сам характер световой стимуляции. Последний был тщательно изучен В. А. Ильенком (1961б), который доказал, что реакция усвоения ритма существенно зависит от длительности и интенсивности применяемых для стимуляции световых импульсов. Другими словами, была доказана также и роль метода применяемой стимуляции. Отсюда следовало, что получаемые различными авторами разные данные о диапазоне спектра реактивных потенциалов зависели не только и не столько от разных функциональных особенностей головного мозга детей, сколько главным образом от отличающихся друг от друга условий световой стимуляции, от различных типов и конструкций фотостимуляторов. Естественно, что разные условия световой стимуляции, а также разные типы стимуляторов, имеющие отличную друг от друга характеристику подаваемых световых стимулов, не могли не повести и к разным результатам. Наконец, четвертым фактором, от которого в существенной степени зависела способность мозга воспроизводить навязываемые ему частоты световой стимуляции, как показали наши исследования, было умственное утомление. От него, вернее, от характера корково-подкорковых отношений, от интенсивности и экстенсивности торможения в коре и ретикулярной формации, которые являются следствием процесса утомительной умственной работы, определяя его физиологический субстрат, зависели также реактивные потенциалы мозга.

Для исследования этого четвертого фактора, который был впервые выявлен и опубликован нами, предстояло найти наиболее адекватный метод.

Если обратиться к природе реакции усвоения ритма, то были высказаны две крайние концепции. Согласно первой из них, реакция усвоения ритма есть изменение фоновой ритмики. Согласно второй концепции, предложенной Гасто и развитой далее Г. Д. Смирновым (1957, 1961), реакция усвоения складывается из первичных ответов, изоритмично следующих за частотой световых вспышек, измененных нахождением в ритмическом ряду. Этой точки зрения сейчас придерживаются большинство исследователей, в том числе и многие советские авторы (Ко-

пылов, 1956; Мельничук, 1958; Воронин и Гусельников, 1959, и др.). Вторая концепция, хотя до последнего времени вопрос о природе реакции усвоения окончательно не решен, представляется нам более перспективной для дальнейших исследований реактивных потенциалов и продуктивной для разработки новых методических приемов. Эта точка зрения позволяет понять зависимость реактивных потенциалов от уровня синаптических передач в коре мозга и ретикулярной формации мозгового ствола.

Основываясь на указанной концепции природы реактивных потенциалов, мы решили применить их для исследования влияния на школьника умственного утомления, вызываемого 5—6-часовыми классными занятиями. Эти исследования позволяли оценивать электрическую реактивность мозга в состоянии оптимальной возбудимости и в состоянии умственного утомления. Вместе с тем, как мы уже говорили, метод реактивных потенциалов открывал путь изучения электрической реактивности мозга ребенка при фармакологических выключениях главных путей медиации нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола ребенка. В результате применения тонкого метода реактивных потенциалов мозга вырисовывалась перспектива установления корреляции между условнорефлекторными и электроэнцефалографическими показателями умственного утомления ребенка.

Между тем отсутствие количественного метода обработки реактивных потенциалов в электроэнцефалограмме чрезвычайно затрудняло оценку состояния мозговой деятельности. До сих пор с этой целью применяли различные варианты метода ранговых оценок при визуальном просмотривании. Даже наиболее разработанные из них основывались на субъективной оценке по балльной системе. Так, сперва мы использовали метод ранговых оценок в модификации П. В. Мельничука (1958), в которой учитывались следующие параметры: выраженность усвоенных колебаний во времени, их амплитуда и однородность формы. Совокупность перечисленных показателей условно объединялась в понятие «качество» и оценивалась по пятибалльной системе. Однако лишь точный количественный метод оценки мог максимально объективизировать результаты исследования реактивных потенциалов. Таким методом явилось количественное определение основных параметров синхронизации реактивных потенциалов, предложенное английскими исследователями Ловеллом и Доссеттом (1959). Мы использовали этот метод в незначительной модификации применительно к нашим целям (Пратусевич, Корж, 1961) и получили возможность количественно вычислять коэффициент синхронизации и суммарную энергию реактивных потенциалов для каждой частоты стимуляции за 10 секунд.

Это позволило не только максимально объективизировать результаты исследования путем выявления однозначных количественных величин

K_s и ΣA_s . По коэффициенту синхронизации (K_s) можно судить о качестве перестройки электрической активности мозга на частоту навязываемого ритма, а по суммарной энергии реактивных потенциалов (ΣA_s) — об общем количестве нервных элементов, участвующих в образовании реактивных потенциалов электроэнцефалограммы по всему спектру их частот. При этом первая величина выражает процент усвоения мозгом за период 10 секунд каждой частоты ритмического раздражения, а вторая — показывает в микровольтах суммарную величину осцилляций реактивных потенциалов за то же время. Чем больше нервных элементов участвует в синхронизированных разрядах, вызванных световым стимулом, тем больше будет показатель энергии (ΣA_s).

Точный количественный метод анализа процесса синхронизации реактивных потенциалов привел к выявлению новых закономерностей в динамике реактивных потенциалов мозга при умственном утомлении.

Как мы уже говорили в главе V, сравнительное изучение и анализ спектра реактивных потенциалов головного мозга методом взаимной корреляции у большой группы школьников до и после 5—6 часов работы в классе показали, что при этом по характеру изменений электроэнцефалограмм всех детей можно было разбить на три группы.

В первой — самой многочисленной группе, состоящей из 80 детей (73%), процесс синхронизации реактивных потенциалов после умственных занятий усиливался. Возрастал показатель суммарной энергии реактивных потенциалов, особенно резко в центре спектра усваиваемых частот. Во многих случаях увеличивался и коэффициент синхронизации, но не так резко.

Во второй группе, включавшей 20 детей (18%), существенных изменений обоих показателей синхронизации (K_s и ΣA_s) не отмечалось.

В третьей группе, состоявшей из 10 детей (9%), была обратная зависимость: оба показателя синхронизации имели тенденцию к понижению.

Из этих статистических данных следует, что основная тенденция динамики энергии реактивных потенциалов мозга при развитии умственного утомления заключалась в увеличении суммарной энергии и носила абсолютный характер, охватывая более $\frac{2}{3}$ всех детей. Эта тенденция коррелировалась с нарушениями нормальных корково-подкорковых отношений, т. е. с развитием тормозных состояний в коре и подкорковых образованиях головного мозга.

Однако тенденция увеличения обоих параметров процесса синхронизации реактивных потенциалов с превалированием увеличения количественного показателя процесса синхронизации (ΣA_s) при умственном утомлении имела разные варианты.

У одних детей она была выражена резко: увеличение энергии реактивных потенциалов охватывало весь спектр их частот и сочеталось с

увеличением коэффициента синхронизации также по всему спектру или в центральной и высокой его частях. В другом варианте абсолютный и резкий рост энергии реактивных потенциалов по всему их спектру частот не сопровождался таким же тотальным увеличением коэффициента синхронизации, т. е. качественного показателя. Последний увеличивался умеренно и лишь в ограниченной части спектра реактивных потенциалов, обычно это была высокая часть спектра. В третьем варианте можно было наблюдать однозначное увеличение энергии реактивных потенциалов и коэффициента синхронизации в средней и высокой частях спектра. Но если увеличение показателя ΣA_s при этом было резким, то увеличение показателя K_s — умеренным. Другой особенностью этого варианта было то, что в низкой части спектра качественный показатель синхронизации даже несколько уменьшался по сравнению с утренним фоном.

В четвертом варианте можно было наблюдать своеобразную диссоциацию между количественным и качественными показателями процесса синхронизации: показатель ΣA_s увеличивался, а показатель K_s уменьшался. Эта диссоциация происходила на фоне общей тенденции увеличения обоих показателей и существовала лишь в отдельных частотах спектра. Свое рациональное объяснение факт диссоциации, как нам представляется, находит в результатах сопоставления изменения реактивных потенциалов и корково-подкорковых взаимоотношений при утомлении у одного и того же ребенка. Оказалось, что в условиях умственного утомления у некоторых детей появляются «спонтанные» колебания возбудимости на уровне подкорковых центров (сосудистого и дыхательного), сочетающиеся с тормозными фазами в коре больших полушарий. Если при тормозных фазовых состояниях наблюдается обычно усиление процессов синхронизации реактивных потенциалов мозга за счет вовлечения новых нервных элементов в этот процесс, то колебания возбудимости, по-видимому, обуславливают периодическое нарушение способности мозга воспроизводить частоты световой стимуляции, в результате на короткие периоды возникает срыв на собственный альфа-ритм. Последнее обстоятельство объясняет причину уменьшения качественного показателя синхронизации, вычисляемого за 10 секунд, в то время как общая тенденция увеличения энергии реактивных потенциалов выражена столь резко за счет увеличения амплитуды имеющих реактивных потенциалов, что перекрывает уменьшение их общего числа за 10 секунд, отраженное в уменьшении показателя K_s .

Пятый вариант общей тенденции усиления процесса синхронизации реактивных потенциалов при умственном утомлении проявляется в своеобразном сдвиге при этом максимальных значений обоих показателей в высокую часть спектра. На графиках анализа наблюдался сдвиг вершин кривых обоих показателей синхронизации вправо, иногда со значи-

тельным подъемом в высокой части спектра в диапазоне высоких частот (21—23 герца). Иногда этот сдвиг кривых при утомлении происходил в обе стороны спектра.

В шестом варианте общая тенденция увеличения обоих показателей синхронизации при утомлении чередовалась в отдельных частотах спектра реактивных потенциалов с уменьшением величин ΣA_s и K_s .

Противоположная тенденция, т. е. уменьшение показателей синхронизации после 5—6 часов работы в классе, была выражена очень незначительно и наблюдалась у очень малочисленной группы детей, составляющих $\frac{1}{11}$ (9%) от всех детей или $\frac{1}{8}$ (12,5%) от количества детей первой группы. Указанная тенденция также была вариантна, проявляясь в трех вариантах. В первом варианте значительное уменьшение энергии реактивных потенциалов по всему спектру сочеталось с незначительным увеличением коэффициента синхронизации. Во втором варианте происходило резкое уменьшение обоих показателей синхронизации, но только в высокой части спектра. В третьем варианте оба показателя уменьшались по всему спектру частот, но ΣA_s уменьшался значительно, а K_s — незначительно.

Специальное сравнение обоих показателей синхронизации в правом и левом полушарии показало, что утром до занятий в большинстве случаев имеется некоторая асимметрия электрической реактивности между правым и левым полушарием. Показатели синхронизации при этом немного выше в левом полушарии. После 6 часов умственной работы в классе с развитием умственного утомления происходит количественное и качественное усиление этой асимметрии. Оба показателя синхронизации уже преобладают не в левом, а в правом полушарии головного мозга. Асимметрия же приобретает выраженный характер. Этот факт показывает, что асимметрия носит чисто функциональный и временный характер и под влиянием умственной работы изменения возбудимости в правом и левом полушариях происходят неодинаково, вызывая появление межполушарных асимметрий электрической реактивности.

Итак, мы установили, что основная тенденция изменения электрической реактивности при умственном утомлении заключается в увеличении общей энергии реактивных потенциалов и повышении коэффициента синхронизации, но тенденция эта проявляется в 6 вариантах, которые мы перечислили.

Как объяснить этот факт? Как увязать его с общей рефлекторной теорией Павлова, с позиций которой мы считаем необходимым синтезировать весь материал настоящего исследования?

В толковании изменения процесса синхронизации реактивных потенциалов мозга школьника при умственном утомлении возможны два объяснения.

Первое объяснение, более раннее по своему появлению, сводится к применению параметра лабильности, изученного Н. Е. Введенским (1901) на нервно-мышечном волокне, к кортикальным нейронам, как это в свое время делали В. С. Русинов (1954) и Н. В. Голиков (1950). Тогда, как утверждают Н. Н. Зислина (1957), Е. Н. Соколов и Н. Н. Данилова (1958), при усвоении высоких частот можно думать о повышении уровня лабильности корковых клеток и связать это с процессом возбуждения, что подтверждалось бы появлением в некоторых случаях вторых и третьих гармоник.

Однако очень многие факты не объясняются таким привязыванием изменения лабильности к процессам синхронизации реактивных потенциалов. Рядом исследований, проведенных различными условнорефлекторными методиками, установлено развитие у детей тормозных состояний в больших полушариях при умственном утомлении (Иванов-Смоленский, 1953; Фуфлыгина, 1953; Пратусевич, 1955, и др.). Указанное толкование не объясняет эти факты, как и факты изменения корково-подкорковых взаимоотношений при умственном утомлении, описанное в настоящей работе.

Новейшие исследования, в которых тщательно экспериментально изучалась природа «реакции навязывания» (Гусельников и Супин, 1962), убедительно показали, что проявление реакции усвоения ритма мозгом, так же как появление субгармоник и гармоник, не является показателем физиологической лабильности различных нервных образований мозга. Способность циклических нервных процессов в коре протекать с определенной скоростью, утверждают авторы, не находит прямого отражения в характеристике реакции усвоения ритма.

Исследования электроэнцефалографических показателей у человека, проведенные в последнее время Д. А. Гинзбург (1962), заставляют автора сделать вывод, что появление субгармоник и гармоник, так же как и вообще изменение полосы оптимального следования, не может служить мерой лабильности нейронов коры, а свидетельствует лишь об изменении уровня их оптимальной синхронизации.

Нельзя не признать, что исследования синхронизации реактивных потенциалов не дают представления об уровне лабильности отдельных нервных элементов на общей кривой электроэнцефалограммы, так как она интерферирована из колебаний миллионов отдельных нейронных элементов.

Вторая точка зрения на синхронизацию реактивных потенциалов, более поздняя по своему появлению, связывает процесс синхронизации не с состоянием корковой активности (которая характеризуется десинхронизацией), а с понижением тонуса коры, с ее некоторым затормаживанием. При этом уменьшается диффузная афферентация (количество пунктов возбуждения) коры головного мозга. В результате вы-

равниваются лабильности миллионов нейронов, так как условия их функционирования уравниваются, больше возможностей для равнозначной частоты и синфазности разрядов нейронов. Все это ведет к улучшению синхронизации реактивных потенциалов. Последнее отражается на суммарной электроэнцефалограмме. В пользу такой точки зрения говорят факты, полученные при изучении реактивных потенциалов на животных (после барбитала) и людях, больных эпилепсией (Крейндлер, 1960; Кригель и Нештиану, 1958; Grighel, 1959; Разумеев, 1960). Косвенно подтверждают эту точку зрения результаты исследования условных рефлексов при умственном утомлении (Иванов-Смоленский, 1953; Фуфлыгина, 1953; Богаченко, 1953; Пратусевич, 1956). Наконец, прямым подтверждением этой точки зрения является факт корреляции между развитием тормозных состояний в головном мозгу и усилением синхронизации реактивных потенциалов, установленный в одинаковых условиях и на одних и тех же дегах в настоящем исследовании (главы III—V).

Возник вопрос: какими механизмами обусловлены изменения способности мозга воспроизводить ритмы световой стимуляции? Чем объяснить изменения реактивных потенциалов, наблюдаемые при умственном утомлении школьника?

Установленный нами при помощи комплексного изучения корково-подкорковых взаимоотношений факт торможения подкорковых образований при умственном утомлении школьника делал естественным и правомерным предположение о важной роли угнетения восходящей активирующей системы ретикулярной формации головного мозга в улучшении его способности воспроизводить частоту световых мельканий.

Однако для убедительного ответа на поставленный вопрос требовалось представить прямые доказательства, полученные при исследовании реактивных потенциалов у детей, из которых бы неопровержимо следовало, как активирующая функция ретикулярной формации мозгового ствола влияет на реактивные потенциалы мозга. Лишь такое доказательство могло перевести наше предположение из области гипотетических суждений в область достоверных фактов. Одновременно был бы доказан кардинальный факт участия ретикулярной формации мозгового ствола в явлении умственного утомления школьника.

С целью анализа участия ретикулярной формации мозгового ствола в процессах воспроизведения мозгом частоты световых мельканий и было проведено в детской отоларингологической клинике описанное в VI—VIII главах нейрофизиологическое изучение влияния на реактивные потенциалы выключения адренореактивных и холинореактивных систем ретикулярной формации у детей 11—15 лет.

Выключение адренореактивных систем проводилось пропазином, довольно широко применяемым для лечебных целей в клинике раннего

и старшего детского возраста (Вельтищев, 1961; Терновский и Меняйлов, 1960). Применение транквилизатора пропазина было вызвано необходимостью устранить у детей страх, тревожное напряжение и беспокойство при тонзиллэктомии. Будучи аналогичным по действию аминазину, он вдвое мягче последнего в связи с отсутствием в нем атома хлора. Пропазин блокировал адренореактивные синапсы в ретикулярной формации мозгового ствола. Новые исследования Делла (1960) уточнили наиболее чувствительную к адреналину область мозга. В нее входит задняя часть гипоталамуса и передняя часть среднего мозга. Избирательность адренергической блокады была показана в тонких опытах лабораторий П. К. Анохина (1959, 1962), А. В. Вальдмана (1961). Последний автор специально подчеркнул нечувствительность к адренергической блокаде тригеминально-бульбарных путей мозгового ствола.

Изучение реактивных потенциалов мозга до и после блокады адренореактивных систем центральных синапсов пропазином (при дозе 0,5—1 мг/кг веса ребенка) выявило следующее. У большинства детей (62,1%) увеличивались оба показателя синхронизации (K_s и ΣA_s) реактивных потенциалов. У 20,7% детей показатели синхронизации реактивных потенциалов под влиянием пропазина существенно не менялись. Наконец, у 17,2% детей эти показатели имели тенденцию к уменьшению.

Как и при умственном утомлении, улучшение синхронизации после блокады адренореактивных синапсов проявлялось в разных вариантах. В одних случаях после блокады значительно возрастала суммарная энергия реактивных потенциалов, а коэффициент синхронизации увеличивался незначительно. В других случаях обе величины (K_s и ΣA_s) увеличивались примерно параллельно, но не во всех частях спектра. В третьем варианте увеличение обоих показателей синхронизации происходило параллельно по всему спектру реактивных потенциалов.

Отсюда следовало, что выключение адренореактивных структур активирующей системы ретикулярной формации мозгового ствола, как и умственное утомление, ведет к усилению синхронизации реактивных потенциалов мозга.

Значит, адренореактивные системы синапсов ретикулярной формации головного мозга не являются тем нервным механизмом, который обуславливает процесс синхронизации ответных потенциалов мозга. Наоборот, блокада указанных систем рождает тенденцию к усилению синхронизации реактивных потенциалов. Пропазин, блокируя адренореактивные системы ретикулярной формации (преимущественно в среднем мозгу), угнетает ориентировочную деятельность ребенка, в частности кожно-гальваническую реакцию. Последнее обстоятельство конкретизирует точку зрения Е. Н. Соколова (1959) о связи ориентировочной кожно-гальванической реакции с ретикулярной формацией мозгового ствола.

ла, в частности роль в этом адренергического механизма ретикулярной формации. В свете сказанного понятен и клинический эффект пропазина, ослабляющий не только реакцию пробуждения (кожно-гальваническая реакция), но и реакцию настороженности и протопатической чувствительности (Magoun, 1958).

Продолжая нейрофизиологический анализ роли восходящей активирующей системы ретикулярной формации головного мозга в явлениях умственного утомления, мы по тем же клиническим показаниям стали изучать влияние выключения холинергического механизма ретикулярной формации на процесс синхронизации реактивных потенциалов у детей 11—15 лет. С этой целью был применен центральный холинолитик амизил, являющийся эффективным седативным средством. По последним экспериментальным данным лабораторий, руководимых С. В. Аничковым и М. Д. Машковским (Аничков, 1961б; Денисенко, 1960а, б; 1961, 1962; Аничков и Денисенко, 1962; Ильюченко и Машковский, 1961; Ильюченко, 1962), амизил блокирует М-холинергические системы в синапсах активирующей ретикулярной формации мозгового ствола, преимущественно среднего мозга.

При средней дозе амизила 10 мкг/кг веса ребенка наблюдалось эффективное клиническое успокаивающее действие блокирующего вещества при тонзиллэктомии. При блокаде указанной дозой амизила у 73,4% обследованных детей возрастала суммарная энергия реактивных потенциалов и коэффициент синхронизации, в 23,3% оба эти показателя существенно не изменялись и в 3,3% показатели синхронизации реактивных потенциалов понижались.

Изменение суммарной энергии реактивных потенциалов и коэффициента их синхронизации показало, что блокада у детей М-холинореактивных систем синапсов ретикулярной формации мозгового ствола (преимущественно среднего мозга) более эффективна, чем подобная блокада адренореактивных систем. Увеличение изучаемых параметров при блокаде пропазином наблюдалось у 62,1%, а при блокаде амизилом — у 73,4% обследованных детей. Уменьшение этих параметров при блокаде пропазином было у 17,2%, а при блокаде амизилом у 3,3% детей. Учитывая также, что амизил действовал в дозировке, в 50—100 раз меньшей, а увеличение параметров при действии амизила было более значительным и у большего процента детей, амизил следует признать более эффективным препаратом, чем препараты фенотиазинового ряда. По-видимому, блокада М-холинореактивных структур в синапсах ретикулярной формации у детей более эффективна, чем блокада адренореактивных структур той же формации.

Как и при умственном утомлении, общая тенденция влияния амизила на реактивные потенциалы мозга ребенка проявлялась в нескольких основных вариантах. В первом варианте происходило параллельное

значительное увеличение обоих показателей синхронизации по всему спектру частот реактивных потенциалов. Во втором — значительное увеличение суммарной энергии реактивных потенциалов сопровождалось лишь незначительным увеличением коэффициента синхронизации. В третьем — кривые графиков величин изучаемых параметров синхронизации сдвигались под влиянием амизила вправо в высокую часть спектра. В четвертом — наблюдалось противоположное изменение показателей синхронизации: коэффициент синхронизации уменьшался, а суммарная энергия вызванных потенциалов увеличивалась, несмотря на ухудшение показателя K_s .

Обращал на себя внимание главный факт — однозначность основной тенденции изменения реактивных потенциалов, наблюдаемой у школьников при умственном утомлении и при блокаде адренореактивных или холинореактивных систем ретикулярной формации головного мозга.

Объясняя влияние центральных адренолитиков (пропазин) и центральных холинолитиков (амизил) на реактивные потенциалы мозга ребенка, можно утверждать, что блокада адрено- и М-холинореактивных систем синапсов ретикулярной формации мозгового ствола приводит первично к резкому понижению тонуса активирующей системы ретикулярной формации, а вторично к понижению тонуса коры. Понижение тонуса мозга проявляется в угнетении ориентировочной деятельности (в частности, в торможении ориентировочной кожно-гальванической реакции), ощущении некоторой сонливости и ускоренности, усилении синхронизации реактивных потенциалов. Все это, по-видимому, приводит к сдвигу функциональной мозаики в сторону «мелко раздробленного» торможения. Происходит уравнивание условий синхронизации реактивных потенциалов мозга, как это имеет место при умственном утомлении. Этим самым создаются наиболее благоприятные условия для синхронизации реактивных потенциалов, в результате чего способность мозга воспроизводить частоту световых ритмов возрастает.

Чтобы убедиться в правильности наших представлений об однозначности влияния адренергического и холинергического механизмов ретикулярной формации на реактивные потенциалы, желательно было изучить биотоки мозга при одновременной блокаде этих механизмов.

Скоро нам представился подобный случай. Для проведения под местной анестезией у детей многочасовых радикальных операций на височной кости уже недостаточно было частичной блокады ретикулярной формации, которая была эффективна при проведении менее радикальной операции (например, тонзилэктомии). Для многочасовых операций необходимо было одновременно заблокировать оба главных пути передачи нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола ребенка. Указанная блокада позволила впервые производить у

детей операции тимпаноластики без наркоза, при сохранении сознания, купировав боль, устранив чувство страха, беспокойства, тревоги, вегетативные рефлексы на хирургическую травму. Для этого под контролем электрической реактивности мозга мы применили метод одновременной блокады обоих главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола ребенка. Внедренный в практику операций на височной кости у детей метод одновременной блокады передачи обоих путей нервных импульсов позволил получить исключительно сильный эффект при относительно небольших дозах транквилизаторов (доза аминазина была уменьшена в 5 раз). Это объяснялось тем, что в результате подобного вида блокады ретикулярной формации происходило временное фармакологическое выключение ее восходящего активирующего отдела (на уровне среднего мозга). Следствием такого фармакологического выключения явилось сильное ограничение афферентных импульсов, идущих в кору, а следовательно, и резкое понижение тонуса коры головного мозга. Всем этим создавалось купирование боли и успокоение психики ребенка, так как в конечном счете резко ограничивалась болевая импульсация по неспецифической и специфической системе медиации. Были рекомендованы средние возрастные дозировки смеси транквилизаторов (например, аминазина 10 мг, метамизила 2,5 мг) и анальгетика (промедола 20 мг).

В отоларингологическом отделении Московской детской клинической больницы имени Дзержинского за 3 года с применением указанной методики блокады произведено более 150 операций у детей от 3 до 15 лет, причем не наблюдалось ни одного осложнения. Выздоровление детей протекало нормально. Блокада при операциях на височной кости оказалась эффективной у 90% оперированных.

Изменения электрической реактивности мозга при блокаде основных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации, как и в случае умственного утомления, выражались в усилении процессов синхронизации реактивных потенциалов. Отмечено несколько вариантов изменений. В первом варианте имелось значительное увеличение суммарной энергии реактивных потенциалов и коэффициента синхронизации по всему спектру их частот. Во втором варианте происходило согласованное резкое увеличение обоих показателей синхронизации в верхней половине спектра усваиваемых частот. В третьем варианте показатель K_s менялся незначительно, а показатель ΣA_s резко увеличивался по всему спектру частот. В четвертом варианте увеличение обоих параметров синхронизации, и особенно резко ее качественного показателя (K_s), происходило лишь в низкой половине спектра частот. В пятом варианте после блокады имелся сдвиг кривых обоих показателей синхронизации вправо, в высшую часть спектра, с чем мы уже встречались при умственном утомлении.

Таким образом, эксперименты с одновременной блокадой адренергических и холинергических путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола, так же как и опыты с ее частичной блокадой (выключение одного из двух главных путей медиации нервных импульсов) подтвердили основной факт, вытекавший из нашего анализа роли ретикулярной формации головного мозга в явлении умственного утомления школьников. Реактивные потенциалы мозга, несмотря на наличие разных вариантов изменения, при умственном утомлении и при отдельной и совместной блокаде адренергических и холинергических систем синапсов ретикулярной формации головного мозга детей менялись *однозначно*.

Итак, мы установили факт корреляции между изменениями высшей нервной деятельности и динамикой процесса синхронизации реактивных потенциалов головного мозга при умственном утомлении. Мы также выяснили в своеобразных модельных исследованиях с блокадой адренергических и холинергических механизмов синапсов ретикулярной формации (обоих или одного из них) роль торможения последней в генезе наблюдаемых нами явлений умственного утомления.

Теперь перед нами вставала задача выбрать и провести физиологический анализ путей устранения умственного утомления школьника.

Все средства, устраняющие умственное утомление, мы условно разделили на три группы. К первой группе были отнесены такие гигиенические мероприятия, как своевременный отдых, правильная организация умственного труда с учетом возраста. Ко второй группе средств было отнесено рефлекторное действие различных афферентных раздражений (холодовых, проприорецептивных, вкусовых, обонятельных и т. д.), тонизирующих подкорковые образования и кору головного мозга. К третьей группе средств были отнесены различные фармакологические вещества, стимулирующие центральную нервную систему: кофеин, фенамин, экстракты растений (женьшень, китайский лимонник, левзея), препарат пантокрин и др.

Учитывая, что систематическое употребление школьниками стимулирующих фармакологических веществ обязательно приведет к возникновению вредных для детского организма последствий, мы принципиально отказались от использования фармакологических средств с целью устранения умственного утомления у детей.

Для нормализации высшей нервной деятельности, возвращения большим полушариям головного мозга оптимальной возбудимости было использовано сокращение учебной нагрузки на 3 часа за счет уменьшения домашних заданий и соответствующее увеличение пребывания детей на свежем воздухе. Спустя около 2 недель после этого мероприятия у детей наступила стойкая и полная нормализация высшей нервной деятельности. Условнорефлекторные ответы при применении как непо-

средственного, так и соответствующего ему речевого стереотипа раздражителей строго соответствовали «закону силы» и отражали оптимальную возбудимость коры и нижележащих отделов головного мозга. Столкновение противоположного действия первой и второй сигнальных систем выявило тонкое их взаимодействие и полное преобладание регулирующего влияния второй сигнальной системы у детей 7—14 лет. Субъективно у детей исчезло чувство усталости, появилось ощущение бодрости и свежести. Дети стали веселыми и жизнерадостными.

Следующий путь устранения умственного утомления, который мы подвергли систематическому физиологическому анализу, заключался в применении кратковременного действия холодового агента на рецепторы тройничного нерва. Исследование корково-подкорковых взаимоотношений при кратковременном рефлекторном воздействии на утомленный мозг ребенка холодным агентом показало следующее. Спустя 10—15 минут рефлекторно повышалась возбудимость больших полушарий, значительно возрастала величина условных секреторных рефлексов, их силовые отношения стали подчиняться «закону силы». В то же время обнаруживалось повышение тонуса подкорковых образований, заторможенные неспецифические вегетативные компоненты условной и безусловной реакций растормаживались, а кожно-гальванический компонент зачастую появлялся также и «спонтанно», чего не наблюдалось при умственном утомлении. Мы не можем ответить точно на вопрос, на какой минуте начиналось повышение тонуса коры и подкорковых образований, так как на прикрепление различных датчиков у нас уходило 10—15 минут и когда начиналось исследование, процесс восстановления тонуса коры и подкорковых образований уже регистрировался.

Восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий и подкорковых образований проявлялось у разных детей в различных вариантах нормализации высшей нервной деятельности. В первом варианте восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий давало высокие величины условных рефлексов и сопровождалось выраженным восстановлением всех изучаемых неспецифических вегетативных компонентов (кожно-гальванического, сосудистого, дыхательного). Во втором варианте — восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий также давало высокие величины секреторных условных рефлексов, сопровождаясь выраженным восстановлением кожно-гальванического и сосудистого компонентов, дыхательный же компонент был выражен умеренно. В третьем варианте восстановление оптимальной возбудимости больших полушарий приводило к условным рефлексам, соответствующим «закону силы», которое, однако, не сопровождалось нормализацией всех неспецифических вегетативных компонентов: их восстановление имело различную выраженность или происходили «спонтанные» колебания величин этих реакций. Это говорило о колебаниях

возбудимости соответствующих подкорковых образований головного мозга ребенка. В четвертом варианте мы встретились со случаем, когда все неспецифические вегетативные компоненты, связанные с тонусом преимущественно подкорковых образований, восстанавливались, а возбудимость коры головного мозга, хотя и повышалась, но недостаточно. В результате условные рефлексы так и не стали полностью соответствовать «закону силы».

Таким образом, устранение умственного утомления кратковременным рефлекторным влиянием холодового раздражителя ($+10^{\circ}$) на рецепторы тройничного нерва сопровождалось восстановлением оптимальной возбудимости в коре и подкорковых образованиях головного мозга, однако тонизация активирующего отдела ретикулярной формации, сосудистого и дыхательного центров в продолговатом мозгу имела различные варианты как по своей интенсивности, так и по распространенности на те или иные нейрофизиологические структуры подкорковых образований головного мозга ребенка.

Наконец, нами был проанализирован еще один путь устранения умственного утомления. Были изучены корково-подкорковые взаимоотношения при устранении умственного утомления путем различных дозированных мышечных нагрузок (баскетбол, волейбол, лыжи, гимнастика, легкая атлетика) длительностью от 30 до 60 минут. Оказалось, что при дозированных физических упражнениях, как и при действии холодового агента, происходит рефлекторное тонизирующее воздействие на подкорковые образования и кору головного мозга утомленного школьника. В результате этого нормализовалась высшая нервная деятельность детей, восстанавливалась оптимальная возбудимость в коре мозга, повышались секреторные условные рефлексы, восстанавливались и усиливались неспецифические вегетативные компоненты пищевых рефлексов. Здесь наблюдались примерно те же варианты, что и при рефлекторном действии холодового агента. Вместе с тем имелись и особенности, по-видимому, связанные с более длительным рефлекторным действием (30–60 минут) проприорецептивных раздражений. Эти особенности выражались в более значительной тонизации активирующей ретикулярной формации и других подкорковых образований у тех же детей, у которых изучалось влияние холодового агента на нормализацию высшей нервной деятельности. Так, у ребенка, которому воздействие холодового агента в течение $1\frac{1}{2}$ минуты было недостаточным для восстановления оптимальной возбудимости больших полушарий, 30 минут гимнастических упражнений полностью сняли тормозные состояния во всей массе головного мозга и восстановили в ней оптимальную возбудимость. При этом, если от холодового агента более тонизировался сосудистый центр, то от гимнастики более тонизировалась ретикулярная формация среднего мозга, связанная с кожно-гальваническим компонентом пищевой

условной реакции. У других детей, наоборот, проприорецептивные раздражения вызывали более выраженную тонизацию сосудистого центра, чем холодовой раздражитель. У многих детей кратковременное воздействие холодового агента на рецепторы тройничного нерва было более эффективным, чем мышечные упражнения, хотя оба вида влияния нормализовали нарушенную утомлением высшую нервную деятельность ребенка на уровнях коры и подкорковых образований.

Сравнивая эффект холодового и проприорецептивного раздражителей, нельзя не отдать предпочтения холодовому воздействию по причине исключительной быстроты наступления эффекта, действенности и безвредности. Но в тех редких случаях, когда холодовой агент не был достаточно эффективным, физические упражнения полностью восстанавливали высшую нервную деятельность.

Оставался не совсем ясным вопрос о рефлекторном влиянии холодового агента, прилагаемого к рецепторам тройничного нерва, на активирующую ретикулярную формацию головного мозга.

С этой целью было поставлено две серии исследований, в которых изучалась электрическая реактивность головного мозга при устранении умственного утомления действием холодового агента ($+10^{\circ}$) и при устранении различных форм блокады ретикулярной формации также воздействием холодового агента (0°) на рецепторы тройничного нерва.

Результаты изучения влияния на спектр реактивных потенциалов утомленного мозга кратковременного (одна минута) действия холода на рецепторы тройничного нерва у детей 11—15 лет вскрыли новые закономерности. Основная тенденция динамики реактивных потенциалов после холодового раздражения заключалась в понижении коэффициента синхронизации и суммарной энергии реактивных потенциалов (67% обследованных детей). В отдельных случаях (10%) встречалась противоположная тенденция. В остальных случаях (23%) существенных изменений реактивных потенциалов не отмечалось.

Основная тенденция динамики реактивных потенциалов в ответ на холодовое раздражение проявлялась в разных вариантах. В первом варианте эта тенденция была выражена резко и проявлялась в значительном уменьшении обоих показателей синхронизации (K_s и ΣA_s) по всему спектру частот или в его центре. Во втором варианте уменьшение показателя ΣA_s в центре спектра сочеталось с некоторым увеличением показателя K_s в нижней половине спектра и уменьшением его в верхней половине спектра, что приводило к противоположной тенденции динамики обоих показателей в некоторых частотах реактивных потенциалов. В третьем варианте общая тенденция понижения обоих показателей синхронизации чередовалась с диссоциацией их изменения в одной или двух частотах спектра реактивных потенциалов. В четвертом варианте общая тенденция проявлялась в сдвиге кривых графиков коэффициента

синхронизации и энергии реактивных потенциалов влево в низкую часть спектра. Этот вариант был полной противоположностью варианту, встречавшемуся нам при умственном утомлении, когда кривые аналогичных графиков сдвигались вправо в высокую часть спектра. Наконец, в пятом варианте общая тенденция ослабления процесса синхронизации реактивных потенциалов проявлялась в значительном уменьшении показателей K_s и ΣA_s в широкой полосе спектра (9—23 герца), вместе с тем последнее сочеталось с определенным увеличением показателей синхронизации в отдельных частотах низкой части спектра (3—7 герц).

Одновременное исследование при этом у группы детей динамики биологически активных веществ крови при воздействии холодовым агентом выявило, что в отличие от взрослых у детей адреналиноподобные вещества увеличиваются лишь в половине случаев. Уровень ацетилхолина крови в исходном фоне у детей (0,9 мкг%) был вдвое выше, чем у взрослых (0,3—0,5 мкг%). Если у взрослых при холодовом воздействии происходило, по литературным данным, понижение ацетилхолина крови, то у детей он повышался в 8 случаях из 10 в среднем с 0,9 до 1,08 мкг%.

Эти данные показывают, что холодовой агент рефлекторно производит сдвиги не только в центральной нервной системе, но и в гуморальной внутренней среде организма.

Для обсуждения нашего фактического материала о рефлекторном действии холодового агента на утомленный мозг обратимся к современным нейрофизиологическим представлениям о действии афферентных раздражителей на нервную и гуморальную системы организма. Известно, что холод и мышечная нагрузка, как экспериментально показал Селье (1956, 1960), сильно действуя на организм, нарушают в нем постоянство внутренней среды и вызывают в организме состояние напряжения (по Селье—стресс). Если стрессор не очень сильный, а организм не очень ослаблен, то стресс носит физиологический характер и из трехстадийной стереотипной реакции стресса проявляются только одна или две первые стадии. Следовательно, в случае физиологического стресса синдром заканчивается «стадией тревоги» или «стадией резистентности». Это в свою очередь приводит к развитию неспецифической сопротивляемости организма к различным неблагоприятным факторам. Главную роль Селье в адаптационном синдроме отводит адренокортикотропному гормону (АКТГ), считая механизм действия стрессора гуморальным. Однако такая гипертрофия роли гуморальных механизмов не согласуется с современными нейрофизиологическими данными. Согласно этим данным, холодовой раздражитель воспринимается нервными рецепторами и оттуда по афферентным путям и коллатералям нервные импульсы распространяются в кору и ретикулярную формацию головного мозга. Ретикулярная формация, подвергаясь также влиянию и с коры через кортикофугальные пути, стимулирует гипоталамо-гипо-

физарную активность, в том числе и выработку АКТГ. Одновременно холодовой агент рефлекторным путем стимулирует деятельность мозгового слоя надпочечников, выбрасывающих в кровь адреналин и норадреналин. Последние в свою очередь активируют деятельность ретикулярной формации как непосредственно, так и через хеморецепторы аорты и каротид. Это также усиливает секрецию АКТГ передней долей гипофиза. АКТГ вызывает секрецию глюкокортикоидов корой надпочечников. Как показано в последнее время (Загер, 1962), афферентные холодовые раздражения рецепторов по коллатералям вызывают возбуждение не только ретикулярной формации, но и гипоталамуса. Гипоталамус же регулирует секрецию всех гормонов гипофиза и, таким образом, играет важную роль в поддержании гомеостаза. Следовательно, главным структурным компонентом адаптационной реакции, вызываемой холодовым раздражением рецепторов тройничного нерва, следует считать не АКТГ, а ретикулярную формацию головного мозга, которая с периферии активируется афферентными раздражениями, с коры — кортикофугальными импульсами, а из внутренней среды — рефлекторно выделяющимся адреналином и ацетилхолином.

Можно добавить, что последние эксперименты Вента (1961) доказали, что введение в кровь адреналина или раздражение симпатикуса рефлекторно вызывает через ганглиозные элементы периферической рефлекторной дуги выделение в кровь ацетилхолина. Из этих опытов можно объяснить, почему в ответ на холодовое раздражение рецепторов тройничного нерва через некоторое время мы наблюдали постепенное прогрессирующее расширение пальцевых сосудов руки (глава IX). По-видимому, компенсаторная мобилизация ацетилхолина в ответ на холодовое раздражение, которое имеет адренергический характер, вызывало посредством механизма, описанного Вентом, рефлекторное расширение пальцевых сосудов. Следовательно, выделение у детей рефлекторным путем адреналина в ответ на действие стрессоров (холодового агента, мышечной работы) через некоторый промежуток времени приводит к вторичному расширению периферических сосудов, в частности пальцев руки, объем которых мы регистрировали в форме фотоэлектрической плетизмограммы, зеркально отображавшей изменение объема сосудов.

Клиническая реакция на холодовое раздражение в виде изменения частоты пульса и артериального давления давала пестрые результаты (симпатическую, парасимпатическую, смешанную реакции) и зависела, по-видимому, от типологических особенностей нервной и эндокринной систем ребенка.

Опыты с холодовым агентом позволяют сделать вывод, что для здорового ребенка, для его тонуса, закаливания и выносливости, профилактики заболеваний и борьбы с утомлением огромную роль играют физиологические стрессоры.

Наконец, последняя серия исследований должна была ответить на вопрос: сможет ли холодовое раздражение рецепторов тройничного нерва прекратить блокаду адренергических и холинергических механизмов медиации в ретикулярной формации мозгового ствола и какова при этом будет динамика реактивных потенциалов?

После блокады двух главных путей проведения нервных импульсов в ретикулярной формации смесью аминазина с метамизилом производилось их разблокирование холодовым агентом: в течение минуты лицо и раковины ушей обтирали кусочком льда.

Нам уже известно (глава VIII), что через 30 минут после блокады имелась четкая тенденция к некоторому увеличению показателя K_s и значительному увеличению показателя ΣA_s . Разблокирование ретикулярной формации влиянием холодового агента на рецепторы тройничного нерва приводило к уменьшению обоих показателей синхронизации до исходного уровня, а иногда уменьшение синхронизации было настолько значительным, что оба ее показателя имели меньшие величины, чем до блокады ретикулярной формации.

Эта же тенденция, хотя и не так резко выраженная, имела место и при частичной блокаде центральных синаптических систем лишь одним транквилизатором (аминазином, метамизилом, метилдифацилом) и последующим разблокированием этих систем влиянием холодового агента (лед) на рецепторы тройничного нерва. Во всех случаях блокады и разблокирования упомянутая тенденция была выражена достаточно четко, хотя проявлялась она, так же как и действие холода на утомленный мозг, в разных вариантах. В одних вариантах эта тенденция проявлялась по всему спектру частот реактивных потенциалов, в других вариантах — только в центре спектра, в третьих — в какой-нибудь его части. При этом выраженная сонливость и безразличие сразу же сменялись ощущением бодрости и свежести, на кривой появлялась выраженная ориентировочная кожно-гальваническая реакция, угнетенная при блокаде ретикулярной формации.

Отсюда следовал важный вывод. Как показал анализ электрической реактивности головного мозга школьника, процесс синхронизации реактивных потенциалов при умственном утомлении и при блокаде одного или обоих главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной или обоих главных путей передачи нервных импульсов в ретикулярной формации менялся однозначно. Такой стрессовый агент, как холод, приложенный к рецепторам тройничного нерва, не только прекращал умственное утомление, но и сразу же разблокировал активирующую систему мозгового ствола (прекращал ее угнетение). Значит, холодовой агент влиял на утомленный головной мозг и мозг с заблокированной ретикулярной формацией мозгового ствола также однозначно. Последний факт подтверждался и тем, что изучаемые качественные и количественные параметры синхронизации реактивных по-

тенциалов утомленного мозга и мозга с заблокированной ретикулярной формацией мозгового ствола тоже менялись однозначно.

Для объяснения эффективности холодового раздражения рецепторов тройничного нерва сошлемся на опыты Роже, Росси и Цирондоли (Roger, Rossi, Zirandoli, 1956), которые при двустороннем разрушении у кошек на препарате «*encephalé isolé*» гассеровых узлов тройничного нерва получили смену картины бодрствования на картину сна. То же авторы получили на этом же препарате при перерезке афферентных волокон тройничного нерва. Возникновение сна при сохранности ствола мозга, но при двустороннем удалении гассеровых узлов было повторено и подтверждено и другими авторами (Batini, Magni, Palestini, Rossi, Zanchetti, 1959; Макулькин, 1960).

Не меньшее значение имеет факт, установленный в последнее время А. В. Вальдманом с сотрудниками (1961). Оказалось, что аминазин, подавляя передачу афферентных импульсов в ретикулярной формации мозгового ствола, в том числе систему солитарного тракта, не влияет на проведение импульсов в тригемино-бульбарных путях мозгового ствола. С этими фактами перекликаются новые эксперименты Р. Ф. Макулькина (1961), который установил особое значение тригеминальной импульсации в поддержании состояния бодрствования в тонких опытах с выключением тройничных нервов на фоне «посттригеминальной секции». На основании своих опытов Р. Ф. Макулькин утверждает, что высокий уровень тонической активности ретикулярных нейронов медио- и росто-понтинской области, с нормальным функционированием которых Морucci (1958) связывает поддержание бодрствования головного мозга, находится в прямой зависимости от притока афферентных тригеминальных импульсов.

В свете изложенных литературных данных наш фактический материал о блокировании ретикулярной формации транквилизирующей смесью и моментальном разблокировании ее рефлекторным действием холода на рецепторы тройничного нерва подтверждает исключительно важную роль тригеминальной импульсации в активировании ретикулярной формации, а через нее и других нервных образований головного мозга ребенка.

Приведенный материал по изучению биоэлектрической реактивности мозга подтверждает и уточняет характер корково-подкорковых взаимоотношений при умственном утомлении школьника и при его устранении, выявленных классическим павловским методом. Тормозные состояния в подкорковых образованиях, в частности в ретикулярной формации мозгового ствола, развивающиеся при умственном утомлении, подтверждаются разными методами исследования. Правильность представления их механизма позволила нам физиологически обосновать принципиальные пути по борьбе с умственным утомлением, пути, кото-

рые совершенно безвредны для организма ребенка. Для устранения умственного утомления нами используются естественные рефлекторные адаптационные механизмы детского организма, производящие в нем сдвиги, не превышающие пределов гомеостатических отклонений. Применяемые рефлекторные воздействия (холод, мышечная нагрузка), как показали последние работы (Зимкин, 1961; Петров, 1962), чрезвычайно благотворно действуют на организм, повышая его «неспецифическую сопротивляемость» ко многим неблагоприятным факторам и инфекционным возбудителям. Вызываемые ими физиологические сдвиги (прежде всего через нервную систему, а также вторично через гипоталамо-адреналовую и, возможно, ваго-инсулярную системы) повышают тонус центральной нервной системы и устойчивость детского организма к вредным воздействиям, что лежит в основе механизма закаливания.

Эту книгу мне приятно заключить глубокой сердечной благодарностью лицам, помогавшим выполнению настоящей работы.

Преодолению больших трудностей, стоявших на пути ее осуществления, во многом помогли постоянные поддержка, горячий интерес и ценные советы со стороны Г. Н. Спераиского. Существенно важной была предоставленная Ф. Ф. Малому возможность изучать в руководимой им клинике влияние на мозг ребенка новых транквилизаторов, применяемых по медицинским показаниям, а также большая его помощь по внедрению результатов этого изучения в практику отоларингологических операций у детей. В проведении экспериментальных исследований мне постоянно помогали работавшие вместе со мною сотрудники Л. А. Алексеева, Н. Н. Корж, Л. Н. Шуструйская и лаборантка Г. А. Волкова.

Всем им я приношу большую благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

- Аар К. Сохранение и развитие ума и энергии. Изд. 2-е. Казань, 1874.
- Агафонов В. Г. Электрофизиологический анализ центрального эффекта болевого (ноцицептивного) раздражения. Дисс., М., 1961.
- Алексеев М. А. и Арапова А. А. Труды Физиологического института имени И. П. Павлова. Т. IV. М.—Л., 1949, стр. 25.
- Алексеева Л. А. и Пратусевич Ю. М. Педиатрия, 1960, 12, 73.
- Алешин Б. В. Успехи современной биологии, 1959, 47, 1, 80.
- Аничков С. В. Избирательное действие лекарственных веществ на центральную нервную систему. Медгиз, Л., 1958, стр. 5.
- Аничков С. В. Руководство по фармакологии. Т. 1. Медгиз, Л., 1961а, стр. 121.
- Аничков С. В. Вестник АМН СССР, 1961б, 11, 68.
- Аничков С. В. и Денисенко П. П. В кн.: Фармакология новых седативных средств и их клиническое применение. Медгиз, Л., 1962, стр. 5.
- Анохин П. К. В кн.: Труды II Всесоюзного съезда физиологов, 1926, стр. 161.
- Анохин П. К. Труды III Всесоюзного съезда физиологов, 1928, стр. 237.
- Анохин П. К. Проблемы высшей нервной деятельности. Изд. АМН СССР, М., 1919.
- Анохин П. К. Журнал высшей нервной деятельности, 1956, 6, 1, 32.
- Анохин П. К. Внутреннее торможение как проблема физиологии. Медгиз, М., 1958а.
- Анохин П. К. Журнал высшей нервной деятельности, 1959, 9, 4, 489; 1962, 12, 3, 379.
- Анохин П. К. В кн.: XVI сессия общего собрания Академии медицинских наук СССР. Тезисы научных докладов. М., 1962, стр. 3.
- Антон Г. Об умственном утомлении здоровых и больных детей. Пер. с нем. Киев, 1901.
- Антропова М. В. Педиатрия, 1953, 2, 45.
- Антропова М. В., Иванов В. Н., Михайлова Л. В., Сальникова Г. П. Известия АПН РСФСР, 1953, 51, 5.
- Асратян Э. А. Физиологический журнал СССР, 1934, 17, 5, 903.
- Бабкин Б. П. Труды Общества русских врачей, 1910, т. 78, стр. 44.
- Бакст Н. И. По вопросу о переутомлении учеников гимназии. СПб., 1890.
- Балакин С. Л. В кн.: Проблема центра и периферии в физиологии нервной деятельности. Горький, 1935, стр. 379.
- Барбашова З. И. ДАН СССР, 1955а, 101, 2, 379; 1955б, 102, 6, 1219.
- Бехтерев В. М. Проводящие пути спинного и головного мозга. Ч. 1. М., 1896.
- Бинэ А. и Анри В. Умственное утомление. Пер. с франц. М., 1899.
- Бирман Б. Н. В кн.: Научная сессия АН СССР и АМН СССР, посвященная проблемам физиологического учения И. П. Павлова. Изд. АН СССР. М., 1950, стр. 262.
- Блэкк Д. Мозговая работа и переутомление. Пер. с англ. СПб., 1897.
- Богаченко Л. С. Журнал высшей нервной деятельности, 1953, 3, 2, 203.

- Богаченко Л. С. Труды Института высшей нервной деятельности. Серия патофизиологическая. Т. 8. М., 1961, стр. 36.
- Брайем А. О влиянии умственного образования и умственного раздражения на здоровье. Пер. с англ. М., 1847.
- Брежман И. И. Женьшень. Медгиз, Л., 1957.
- Бродал, Альф. Ретикулярная фармация мозгового ствола. Пер. с англ. Медгиз, М., 1960.
- Бугославский В. О. Кривая мышечной усталости человека под влиянием разных условий. Дисс. СПб, 1891.
- Быков К. М. Сборник, посвященный 75-летию акад. И. П. Павлова. Л., 1924, стр. 291.
- Быков К. М. и Сперанский А. Д. Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова. Т. 1. В. 1. Л., 1924, стр. 47.
- Вальдман А. В. Исследования по фармакологии ретикулярной формации и синатической передачи. Л., 1961, стр. 11.
- Вальдман А. В., Иванова З. Н., Ковалев Г. В., Лебедев В. П., Шаповалов А. И. Физиологический журнал СССР, 1961, 47, 7, 852.
- Вартанов В. И. Гальванические явления в коже лягушки. Дисс. СПб., 1892.
- Василенко Ф. Д. Труды физиологических лабораторий имени акад. И. П. Павлова, 1940, т. IX, стр. 37.
- Васильев П. Н. Труды Общества русских врачей, 1906, т. 73, стр. 389.
- Введенский Н. Е. Возбуждение, торможение и наркоз. СПб., 1901.
- Введенский Н. Е. Избранные произведения. М., 1952, стр. 580.
- Вельтищев Ю. Е. Педиатрия, 1960, 7, 65.
- Вент И. В кн.: Проблемы общей нейрофизиологии и высшей нервной деятельности. М., 1961, стр. 74.
- Виноградов Н. В. Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1928, т. II, в. 2, стр. 115.
- Вихляев Ю. И., Любимов Б. И. Вестник АМН СССР, 1961, 10, 78.
- Волков А. М. Тезисы докладов 3-й научной конференции по вопросам физиологии труда. М., 1960, стр. 101.
- Воловик А. Б. Медицинский биологический журнал, 1929, 1, 110.
- Вольхина Г. П., Крюк Р. И. В кн.: Тезисы докладов 3-й научной конференции по вопросам физиологии труда. М., 1960, стр. 93.
- Воронин Л. Г., Гусельников В. И. Журнал высшей нервной деятельности, 1959, 9, 3, 398.
- Гарцштейн Н. Г. В кн.: На пути к изучению высших форм нейродинамики ребенка. Медгиз, М., 1934, стр. 206.
- Гарцштейн Н. Г. Опыт изучения нервных механизмов реактивной депрессии и некоторых форм ее терапии. Дисс. М., 1957.
- Гезиод. Поэма Работы и Дни. Теогония. В кн.: Гезиод. Построчный перевод поэм с греческого Георгия Властова. СПб, 1885.
- Гершуни Г. В. Физиологический журнал СССР, 1946, 32, 1, 43.
- Гершуни Г. В. Физиологический журнал СССР, 1959, 45, 772.
- Гершуни Г. В. В кн.: III конференция по вопросам электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960, стр. 107.
- Гефтер Ю. М. и Юдолович Р. Я. Терапевтический архив, 1929, 7, 2, 185.
- Гильман И. М. Журнал невропатологии и психиатрии, 1960, 60, 4, 402.
- Гинзбург Д. А. В кн.: Материалы конференции по методам физиологического исследования человека. М., 1962, стр. 50.
- Голиков Н. В. Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 57. Л., 1927, стр. 89.
- Голиков Н. В. В кн.: III конференция по вопросам электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960, стр. 128.

- Гращенко Н. И., Кассиль Г. Н., Латаш Л. П. и Ордынец Г. В. Журнал высшей нервной деятельности, 1960, 10, 1, 10.
- Гринев И. И. Материалы научной конференции по вопросам школьной гигиены М., 1960, стр. 18.
- Гусельников В. И. и Супин А. Я. Физиологический журнал СССР, 1962, 48, 4, 398.
- Данилевский В. Я. Исследования по физиологии головного мозга. Дисс. СПб., 1876.
- Данилова Н. Н. В кн.: Конференция по вопросам электрофизиологии центральной нервной системы. М., 1958, стр. 44.
- Данилова Н. Н. Реакция перестройки биотоков мозга и ориентировочный рефлекс. Дисс. М., 1961.
- Дашням П. Фармакология и токсикология, 1958, 21, 4, 46.
- Денисенко П. П. В кн.: Материалы 1-й научной конференции, посвященной проблемам физиологии, морфологии, фармакологии и клиники ретикулярной формации головного мозга. М., 1960а, стр. 42.
- Денисенко П. П. В кн.: III конференция по вопросам электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960б, стр. 146.
- Денисенко П. П. Физиологический журнал СССР, 1961а, 47, 2, 160.
- Денисенко П. П. Физиологический журнал СССР, 1961б, 47, 5, 551.
- Денисенко П. П. В кн.: Фармакология новых седативных средств и их клиническое применение. Медгиз, Л., 1962, стр. 16.
- Деревщикова Н. Н. и Буркова Н. М. Врачебное дело, 1928, № 12, стр. 990.
- Дионесов С. М., Лебединский А. В. и Турцасв Я. П. Физиологический журнал СССР, 1934, 17, 1, 23.
- Дмитриев А. С. и Жидкова А. Г. Журнал высшей нервной деятельности, 1956, 6, 3, 378.
- Доброславин А. П. Вестник Европы, 1888, т. IV, кн. 8, стр. 760.
- Догель И. М. Влияние музыки на человека и животных. Казань, 1888.
- Дорнблит О. Гигиена умственного труда. Пер. с нем. Одесса, 1891.
- Жукова Г. П., Леонтович Т. А. Материалы 1-й научной конференции, посвященные проблемам физиологии, морфологии, фармакологии и клиники ретикулярной формации головного мозга. М., 1960, стр. 48.
- Загер О. Межуточный мозг. Изд. Академии Румынской Народной Республики. 1962.
- Замбрижский И. А. Журнал невропатологии и психиатрии, 1958, 58, 934.
- Зевальд Л. О. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова. 1933, т. V, стр. 193.
- Зевальд Л. О. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова. 1938, т. VIII, стр. 369.
- Зевальд Л. О. В кн.: Труды физиологической лаборатории имени акад. И. П. Павлова, 1940, т. IX, стр. 446.
- Зеленый Г. П. В кн.: Труды Общества русских врачей, 1906, т. 73, стр. 435.
- Зеленый Г. П. Материалы к вопросу о реакции собаки на звуковые раздражения. Дисс. СПб., 1907.
- Зеленый Г. П. В кн.: Труды Общества русских врачей, 1912, т. 79, стр. 50, 147.
- Зеленый Г. П. В кн.: Труды III Всесоюзного съезда физиологов, 1928, стр. 237.
- Зимкин Н. В. и Коробков А. В. Тезисы докладов научной конференции Института физкультуры имени Лесгафта. В. 1. Л., 1960, стр. 9.
- Зимкин Н. В. Физиологический журнал СССР, 1961, 47, 6, 741.
- Зислина Н. Н. Электрофизиологическое исследование функционального состояния мозга нормальных детей и олигофренов методом ритмических световых раздражений. Дисс. М., 1957.

- Зислина Н. Н. и Новикова Л. А. В кн.: Труды 3-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Изд. АПН РСФСР. М., 1959, стр. 27.
- Иванов-Смоленский А. Г. Психиатрия, невропатология и экспериментальная психология. В. 1. 1922, 231.
- Иванов-Смоленский А. Г. Медико-биологический журнал, 1925, 3, 84.
- Иванов-Смоленский А. Г. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1927, т. II, в. 1, стр. 125.
- Иванов-Смоленский А. Г. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1932, т. IV, стр. 229.
- Ильюченко Р. Ю. В кн.: Фармакология новых седативных средств и их клиническое применение. Медгиз, Л., 1962, стр. 32.
- Ильюченко Р. Ю. и Машковский М. Д. Физиологический журнал СССР, 1961, 47, 11, 1352.
- Ильянок В. А. ДАН СССР, 1959, 129, 1, 228.
- Ильянок В. А. Биофизика, 1961, 6, 6, 711.
- Иноевс Х. Руководство к распознаванию, лечению и предохранению себя от болезней, происходящих от умственных занятий и сидячей жизни. СПб., 1853.
- Истаманов С. С. О влиянии раздражения чувствительных нервов на сосудистую систему у человека. Дисс. СПб., 1885.
- Кабанов А. Н. В кн.: Материалы XIII Всесоюзного съезда гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов. Т. 1. М., 1959, стр. 503.
- Кантерович Н. В. Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы. Сборник 2. Л., 1926, стр. 172.
- Канторович Р. А., Каплан А. Е., Шашитайшвили Н. Г. В кн.: Тезисы докладов VI научной конференции Архангельского научно-исследовательского института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Архангельск, 1956, стр. 22.
- Каплун С. И. Основы общей гигиены труда. Ч. 2. Утомление и упражнение. Госиздат, Л., 1926.
- Касьянов В. М. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1950, 40, 24.
- Касьянов В. М. Ученые записки кафедры анатомии и физиологии человека и животных Московского педагогического института имени В. И. Ленина. Т. 3. М., 1960, стр. 31 и 57.
- Кауфман П. Ю. Обзорение психиатрии, 1912, 7—8, 403.
- Кекчеев К. Х. Гигиена умственного труда. Медгиз, М., 1948.
- Кекчеев К. Х. Проблемы современной физиологии, биохимии, фармакологии. Кн. 1. М., 1949, стр. 224.
- Кекчеев К. Х. и Матюшенко О. А. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1936, 2, 5, 358.
- Клаас Ю. А. и Чистович Л. А. Проблемы физиологии акустики. В. 2. Изд. АН СССР. М.—Л., 1950, стр. 39.
- Клещов С. В. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1936, т. VI, в. 2, стр. 27.
- Козин Н. И. и Аболенская А. В. В кн.: Опыт изучения высшей нервной деятельности в клинике детских заболеваний. Горький, 1959, стр. 42.
- Конопасевич П. А. Дальнейшие материалы к физиологии мышечной усталости. Дисс. СПб., 1892.
- Копылов А. Г. Особенности электроэнцефалографических реакций на световые ритмические раздражения как показатель функционального состояния головного мозга человека. Дисс. Л., 1957.
- Копылов А. Г. В кн.: Вопросы электрофизиологии и электроэнцефалографии. Изд. АН СССР. М.—Л., 1960, стр. 41.
- Короткин И. И. ДАН СССР, 1947, 57, 5, 529.
- Косилов С. А. Вестник АМН СССР, 1959, 3, 46.

- Красногорский Н. И. В кн.: Н. И. Красногорский. Труды по изучению высшей нервной деятельности человека и животных. Т. 1. Медгиз, М., 1954, стр. 291, 430, 444.
- Красногорский Н. И. Высшая нервная деятельность ребенка. Медгиз, Л., 1958, стр. 69 и 269.
- Крауклис А. А. Условнорефлекторная регуляция нервной деятельности. Изд. АН Латвийской ССР. Рига, 1960.
- Крейндлер А. Эпилепсия. Пер. с румын. Медгиз, М., 1960.
- Крепелин Э. Умственный труд. Пер. с нем. Одесса, 1898а.
- Крепелин Э. К вопросу о переутомлении. Пер. с нем. Одесса, 1898б.
- Крыжановский В. Г. Изменение частоты пульса при умственной работе. Дисс. Киев, 1955.
- Кряжев В.-Я. В кн.: Тезисы материалов 2-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии и физиологии. М., 1955, стр. 77.
- Кудряшова А. Я. В кн.: Труды 3-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Изд. АПН РСФСР. М., 1959, стр. 49.
- Купалов П. С. Архив биологических наук, 1933, 33, 5—6, 689.
- Купалов П. С. Журнал высшей нервной деятельности, 1955, 5, 2, 157.
- Купалов П. С. Журнал высшей нервной деятельности, 1957, 7, 1, 3.
- Купалов П. С. и Гент (W. Horsley Gantt). В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1928, т. II, в. 2, стр. 3.
- Купалов П. С. и Правосудов В. П. Вестник АМН СССР, 1959, 1, 19.
- Курбатов Б. М., Политова К. С. Материалы 5-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Изд. АПН РСФСР. М., 1961, стр. 232.
- Лазарев Н. В. В кн.: Тезисы докладов конференции по проблемам приспособительных реакций. Л., 1958, стр. 50.
- Лазарев Н. В., Люблина Е. И., Розин М. А. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 1959, 3, 4, 16.
- Лазарев Н. В. и Розин М. А. В кн.: Вопросы цитологии и общей физиологии. Изд. АН СССР. М.—Л., 1960, стр. 137.
- Лебединский А. В. и Бехтерева Н. П. Физиологический журнал СССР, 1960, 46, 5, 509.
- Левицкий В. А. Общественный врач, 1922, 2, 5.
- Летавет А. А. В кн.: XVI сессия общего собрания Академии медицинских наук СССР. М., 1962, стр. 18.
- Ливанов М. Н. Физиологический журнал СССР, 1940а, 28, 2—3, 157.
- Ливанов М. Н. Физиологический журнал СССР, 1940б, 28, 2—3, 172.
- Ливанов М. Н. Журнал общей биологии, 1944, 5, 1, 9.
- Лисовская Г. М. Журнал высшей нервной деятельности, 1958, 8, 4, 524.
- Личко А. Е. Материалы к изучению ориентировочных и оборонительных, условных и безусловных рефлексов в течении некоторых инфекционных психозов. Дисс. Л., 1953.
- Майорчик В. Е. В кн.: III конференция по вопросу электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960, стр. 251.
- Майорчик В. Е. и Спирин Б. Г. Вопросы нейрохирургии, 1951, 3, 3.
- Макаров П. О. Оптическая адекватная хронаксия человека и ее изменения при нервно-мозговой деятельности и утомлении. Советская невропатология, психиатрия и психогигиена, 1934, 3, 4, 94.
- Макаров П. О. В кн.: Тезисы докладов научной сессии, посвященной клинической электрофизиологии. Л., 1955, стр. 31.
- Макарычев А. И. «Закон силы» в учении о высшей нервной деятельности. М., 1947.
- Макулькин Р. Ф. В кн.: III конференция по вопросу электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960, стр. 260.

- Манассеина М. М. Ежедневная клиническая газета, 1882, 2, 13, 200.
- Манассеина М. М. Об усталости вообще и об условиях ее развития. СПб., 1893.
- Маренина А. И. В кн.: Вопросы электрофизиологии и электроэнцефалографии. М.—Л., 1960, стр. 172.
- Маренина А. И. Исследование основных явлений человеческого гипноза электрофизиологическими методами. Автореф. докт. дисс. Харьков, 1961.
- Маркосян А. А. Известия АПН РСФСР, 1953а, 47, 207, 211.
- Маркосян А. А., Алексеева Т. Е. Известия АПН РСФСР, 1953б, 47, 225.
- Маркосян А. А. и Алексеева Т. Е. Известия АПН РСФСР, 1954, 60, 213.
- Маркосян А. А. и Бишенкевич С. И. Известия АПН РСФСР, 1954, 60, 221.
- Маркосян А. А. и Ломазова Х. Д. Известия АПН РСФСР, 1954, 60, 201.
- Машковский М. Д. Журнал невропатологии и психиатрии, 1956, 56, 2, 81.
- Машковский М. Д. Лекарственные средства. Медгиз, М., 1960.
- Машковский М. Д. и Ильюченко Р. Ю. Журнал невропатологии и психиатрии, 1961, 61, 12, 1836.
- Мейман Э. Лекции по экспериментальной педагогике. Ч. 1. Пер. с нем. М., 1910.
- Мельничук П. В. Исследование электрической активности головного мозга с применением ритмической световой стимуляции у детей, перенесших закрытую травму черепа. Дисс. М., 1958.
- Мещерский Р. М. и Смирнов Г. Д. ДАН СССР, 1961, 139, 1, 245.
- Мирзоянц Н. С. Журнал высшей нервной деятельности, 1961, 11, 6, 1005.
- Михельсон М. Я. IX съезд Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и фармацевтов. Т. III. Изд. АН СССР, 1959, стр. 211.
- Миштовт Г. В. Труды Общества русских врачей, 1906, т. 74, стр. 89.
- Мищенко М. Н. В кн.: Проблемы патофизиологии и терапии шизофрении. Харьков, 1938, стр. 64.
- Мовчан Н. П. ДАН СССР, 1962, 142, 1, 245.
- Могилевский А. Я. В кн.: Материалы 1-й научной конференции, посвященной проблемам физиологии, морфологии, фармакологии и клиники ретикулярной формации головного мозга. М., 1960, стр. 79.
- Молчанова О. П. и Ежова Е. Н. Журнал экспериментальной биологии и медицины. Серия А, 1930, 14, 37, 71.
- Моруцци Дж. Журнал высшей нервной деятельности, 1957, 7, 4, 479.
- Моруцци Дж. В кн.: Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности. Изд. АН СССР. М., 1962, стр. 216.
- Мосссо А. Усталость. Пер. с 3-го итальянского издания. СПб., 1893.
- Мохова Т. М. Журнал высшей нервной деятельности, 1956, 6, 2, 319.
- Мусящикова С. С. Об угасании вегетативного компонента ориентировочного рефлекса. Дисс. Л., 1952.
- Мушкина Н. А. Журнал высшей нервной деятельности, 1956, 6, 1, 164.
- Мясищев В. Н. В кн.: Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы. Сборник. 2. Л., 1926, стр. 4.
- Мясищев В. Н. Электро-дермальные показатели нервно-психического состояния у человека. Т. I—III. Дисс. Л., 1945.
- Нарикашвили С. П. Физиологический журнал СССР, 1957, 43, 642.
- Нарикашвили С. П. В кн.: Труды Института физиологии АН Грузинской ССР. Т. 11, 1959, стр. 269.
- Нарикашвили С. П., Бутхузи С. М., Мониава Э. С. Физиологический журнал СССР, 1960, 46, 653.
- Нарикашвили С. П., Мониава Э. С., Каждая Д. В. ДАН СССР, 1960, 134, 1, 229.
- Нечаев А. П. Современная экспериментальная психология и ее отношение к вопросу школьного обучения. СПб., 1908.

- Носи В. А. В кн.: Тезисы докладов конференции по проблеме физиологии процессов утомления и восстановления. Киев, 1955, стр. 27.
- Новиков А. Н. Журнал невропатологии и психиатрии. Приложение, 1959, стр. 56.
- Новикова Л. А. В кн.: Проблемы высшей нервной деятельности нормального и аномального ребенка. Изд. АПН РСФСР. М., 1956, стр. 84.
- Новикова Л. А. Журнал высшей нервной деятельности, 1961, 11, 1, 60.
- Нусбаум Д. Х. Гигиеническое обоснование режима учебных занятий школьников. Дисс. М., 1955.
- Орбели Л. А. Лекции о физиологии нервной системы. Изд. 2-е. М. — Л., 1935.
- Орлов В. В. Сосудистые безусловные и условные рефлексы собак и их изменение при прямых раздражениях коры больших полушарий. Дисс. Л., 1955.
- Основные вопросы электрофизиологии центральной нервной системы. Симпозиум. Изд. АН УССР. Киев, 1962.
- Оффнер М. Умственное утомление. Пер. с нем. СПб, 1911.
- Павлов И. П. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 1. М. — Л., 1951, стр. 64.
- Павлов И. П. Полное собрание сочинений. Т. III. Кн. 2. М. — Л., 1951, стр. 18, 51, 106, 294, 383.
- Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Госиздат. М. — Л., 1927.
- Павлов И. П. В кн.: Павловские среды. Т. III. Изд. АН СССР, М. — Л., 1949, стр. 280.
- Павлова А. М. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1938, т. VIII, стр. 43.
- Павлова Т. Н. Журнал высшей нервной деятельности, 1954, 4, 2, 166.
- Павлова Т. Н. В кн.: Вопросы физиологии труда. Медгиз, М., 1957, стр. 150.
- Пенфилд У., Джаспер Г. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. Пер. с англ. Изд. ИЛ, М., 1958.
- Петелина В. В. Физиологический журнал СССР, 1952, 38, 5, 566.
- Петров И. Р. В кн.: Тезисы докладов конференции по проблемам приспособительных реакций. Л., 1958, стр. 72.
- Петров И. Р. Вестник АМН СССР, 1962, 5, 87.
- Петрова М. К. К учению об иррадиации возбуждения и тормозных процессов. Дисс. СПб., 1914.
- Петрова М. К. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1937, т. VII, стр. 179, 457, 535.
- Петрова М. К. Физиологический журнал СССР, 1938, 24, 1—2, 294.
- Петровский Б. В. Хирургия, 1958, 34, 6, 3.
- Платонов К. И. Слово как физиологический и лечебный фактор. Изд. 2-е. Медгиз, М., 1957.
- Подшибякин А. К. Журнал высшей нервной деятельности, 1952, 2, 2, 198.
- Попов Н. А. В кн.: III совещание по физиологическим проблемам. Тезисы. Л., 1938. (Правдич-Неминский В. В.) Pravditsch-Neminskij. Zentralblatt für Physiol., 1913, 27, 951.
- Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1954, 99, 4, 653.
- Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1955, 104, 5, 798.
- Пратусевич Ю. М. Гигиена и санитария, 1956, 2, 43.
- Пратусевич Ю. М. Речевые раздражения у детей. Медгиз, М., 1960.
- Пратусевич Ю. М. Расширенный пленум правления Всесоюзного научного общества оториноларингологов 15—17 апреля 1961 г. Тезисы докладов. М., 1961, стр. 17.
- Пратусевич Ю. М., Корж Н. Н. Гигиена и санитария, 1961, 1, 44.
- Пратусевич Ю. М., Маломуж Ф. Ф. Научная конференция, посвященная фармакологии и клиническому применению транквилизаторов. Тезисы докладов. Л., 1960, стр. 20.
- Пратусевич Ю. М. и Маломуж Ф. Ф. В кн.: Фармакология новых седативных средств и их клиническое применение. Медгиз, Л., 1962, стр. 40.

- Пратусевич Ю. М., Маломуж Ф. Ф., Денисенко П. П. Вестник оториноларингологии, 1962, 6, 44.
- Пратусевич Ю. М., Мельничук П. В., Алексеева Л. А., Корж Н. Н. Педиатрия, 1960, 6, 77.
- Пратусевич Ю. М., Хоружая С. Д. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1963, 2, 13.
- Пратусевич Ю. М. и Шагал Д. И. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1964, № 9.
- Пратусевич Ю. М., Шуструйская Л. Н. Восьмой Всесоюзный съезд детских врачей. Тезисы докладов (26—30 июня 1962 г. Киев). Медгиз, М., 1962а, стр. 95.
- Пратусевич Ю. М., Шуструйская Л. Н. Гигиена и санитария, 1962б, 9, 103.
- Пророков И. Р. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1932, т. IV, стр. 288.
- Пшоник А. Т. Кора головного мозга и рецепторная функция организма. Изд. «Советская наука», М., 1952.
- Пшоник А. Т. и Фильбербаум Р. А. Физиологический журнал СССР, 1955, 41, 4, 477.
- Разенков И. П. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1924а, т. 1, в. 1, стр. 103.
- Разенков И. П. Архив биологических наук, 1924б, 24, 1—3, 115.
- Редькина Е. К. и Широкова Е. А. Известия АПН РСФСР, 1954, 60, 193.
- Робинер И. С. Электроэнцефалография как метод изучения наркоза. Медгиз, М., 1961.
- Рогов А. А. Русский физиологический журнал, 1929, 12, 6, 507.
- Рогов А. А. О сосудистых условных и безусловных рефлексах человека. Изд. АН СССР. М.—Л., 1951.
- Рожанский Н. А. Материалы к физиологии сна. Дисс. СПб., 1913.
- Роже А., Воронин Л. Г. и Соколов Е. И. Журнал высшей нервной деятельности, 1958, 8, 1, 3.
- Розенблат В. В. Проблема утомления. Медгиз, М., 1961.
- Розенталь И. С. Архив биологических наук, 1923, 23, 1—3, 13.
- Розенталь И. С. В кн.: Труды II Всесоюзного съезда физиологов, 1926, стр. 176.
- Розенталь И. С. Архив биологических наук, 1936, 41, 1, 5.
- Розенталь И. С. и Федоров В. К. Архив биологических наук, 1939, 55, 3, 37.
- Ройтбак А. И. Биоэлектрические явления в коре больших полушарий. Тбилиси, 1955.
- Ройтбак А. И. В кн.: IX Всесоюзный съезд Общества физиологов, биохимиков и фармакологов. Изд. АН СССР. М.—Минск, 1959, т. III, стр. 118.
- Росси, Дж. Ф. Цанкетти А. Ретикулярная формация ствола мозга. Пер. с англ. Изд. ИЛ. М., 1960.
- Сальникова Г. П. Гигиена и санитария, 1953, 6, 33.
- Сальникова Г. П. Известия АПН РСФСР, 1955, 66, 67.
- Самсонова В. Г. и Ильянок В. А. ДАН, 1960, 132, 4, 964.
- Сапер А. А. и Гершуни Г. В. Гигиена, безопасность труда, 1929, 4, 3.
- Селье, Ганс. Очерки об адаптационном синдроме. Пер. с англ. Медгиз, М., 1960.
- Серков Ф. Н. В кн.: III конференция по вопросам электрофизиологии нервной системы. Киев, 1960.
- Серков Ф. Н., Макулькин Р. Ф., Русев В. В. Физиологический журнал СССР, 1960, 46, 4, 408.
- Сеченов И. М. Le Physiol. russe, 1903—1904, т. 3, № 41—45, стр. 56.
- Сикорский И. А. О явлениях утомления при умственной работе у детей школьного возраста. Здоровье, 1879, 104.
- Словцов Б. И. и Рубель Б. И. Русский физиологический журнал, 1925, 8, 1—2, 51.

- Смирнов Г. Д. В кн.: VIII Всесоюзный съезд физиологов, биохимиков и фармакологов. Изд. АН СССР. М., 1955, стр. 564.
- Смирнов Г. Д. Электрические явления в центральной нервной системе и их изменения при некоторых фармако-химических воздействиях на тканевый метаболизм. Дисс. М., 1957.
- Соколов Е. Н. Восприятие и условный рефлекс. Изд. Московского университета. М., 1958.
- Соколов Е. Н. В кн.: Ориентировочный рефлекс и вопросы высшей нервной деятельности. Изд. АПН РСФСР. М., 1959, стр. 52.
- Соколов Е. Н. и Данилова Н. Н. В кн.: Конференция по вопросам электрофизиологии центральной нервной системы. М., 1958, стр. 120.
- Соколов Е. Н., Данилова Н. Н. и Михалевская М. Б. В кн.: IV совещание по физиологической оптике. Тезисы докладов. Изд. АН СССР. М.—Л., 1955, стр. 102.
- Соколов Е. Н., Данилова Н. Н. и Михалевская М. Б. Вопросы психологии, 1957, 2, 68.
- Соколов Е. Н. и Парамонова Н. П. Журнал высшей нервной деятельности, 1956, 6, 5, 702.
- Соловьева В. П. Динамика работоспособности и физиологических функций при напряженном умственном труде. Дисс. М., 1956.
- Соловьева В. П. В кн.: Вопросы физиологии труда. Медгиз, М., 1957, стр. 160.
- Сперанский Г. Н. и Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1961а, 136, 2, 508.
- Сперанский Г. Н. и Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1961б, 136, 3, 745.
- Сперанский Г. Н. и Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1961в, 138, 1, 243.
- Сперанский Г. Н. и Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1961г, 139, 3, 759.
- Сперанский Г. Н. и Пратусевич Ю. М. ДАН СССР, 1961д, 141, 6, 1518.
- Сперанский Г. Н., Пратусевич Ю. М., Корж Н. Н. ДАН СССР, 1960, 131, 6, 1472.
- Стельмах Л. Н. В кн.: XVI совещание по проблемам высшей нервной деятельности. Тезисы и рефераты. М., 1953, стр. 207.
- Степанов А. И. Опыт применения кожно-гальванического рефлекса для исследования высшей нервной деятельности больных эпилепсией. Дисс., Л., 1953.
- Страумит А. Я. Кожно-гальванические рефлексы как показатели фазовых состояний. Дисс. Л., 1954.
- Сухарева Г. Е. Клинические лекции по психиатрии детского возраста. Т. II, Медгиз, М., 1959.
- Тарханов И. Р. Вестник Европы, 1884, кн. 7—8, стр. 187, 449.
- Тарханов И. Р. Вестник клинической и судебной психиатрии и невропатологии, 1889, 1, 73.
- Тетятник Ф. К. Вестник психиатрии и невропатологии, 1897, 12, 1, 294.
- Терновский С. Д. и Меняйлов Н. В. В кн.: Симпозиум по применению нейроплектиков в анестезиологии. Тезисы докладов. М., 1960, стр. 14.
- Тиссо Г. О здравии ученых людей. Пер. с франц. СПб., 1787.
- Трауготт Н. Н. О взаимодействии сигнальных систем при некоторых островозникающих нарушениях деятельности головного мозга. Дисс. Л., 1954.
- Турпаев Т. М. Медиаторная функция ацетилхолина и природа холинорецептора. Дисс. М., 1961.
- Уолтер, Грей. В кн.: Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности. Изд. АН СССР. М., 1962, стр. 354.
- Утевский А. М., Осинская В. О., Могилевский А. Я. В кн.: Материалы 1-й научной конференции, посвященной проблемам физиологии, морфологии, фармакологии и клиники ретикулярной формации головного мозга. М., 1960, стр. 109.
- Ухтомский А. А. Физиология двигательного аппарата. Л., 1927.
- Ухтомский А. А. Физиологический журнал СССР, 1934, 17, 6, 1114.

- Фаддеева В. К. Методика экспериментального исследования высшей нервной деятельности человека. Медгиз, М., 1960.
- Фарбер Д. А. Материалы 5-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Изд. АПН РСФСР. М., 1961, стр. 303.
- Федоров В. К. В кн.: Труды физиологических лабораторий акад. И. П. Павлова, 1933, т. VIII, стр. 56.
- Федоров В. К. Физиологический журнал СССР, 1956, 42, 2, 173.
- Фельбербаум Р. А. В кн.: XVI совещание по проблемам высшей нервной деятельности. Тезисы и рефераты. М., 1953.
- Флери М. Усталость и ее лечение. Пер. с франц. СПб., 1899.
- Фокина Н. С. Гигиеническое обоснование постановки занятий по труду в режиме дня детского дома. Дисс. М., 1956.
- Фролов Ю. П. В кн.: Труды Петроградского общества естествоиспытателей, 1918, т. 49, в. 1, стр. 49.
- Фурсиков Д. С. Русский физиологический журнал, 1922, 5, 333.
- Фуфлыгина Т. П. Журнал высшей нервной деятельности, 1953, 3, 5, 718.
- Фуфлыгина Т. П. Опыт экспериментального исследования взаимодействия сигнальных систем у детей и влияния на это взаимодействие школьного дня. Дисс. М., 1957.
- Хараузов Н. А. Фармакотерапия экспериментальных гиперкинезов центрального происхождения. Дисс. Л., 1954.
- Хлопин Г. В., Волжинский В. А. и Яковенко В. А. Гигиена труда, 1927, 1, 3.
- Хлопин Г. В. и Окуневский Я. Л. Известия Российской Академии Наук, VI серия, 1922, 16, 569.
- Чанг Х. Т. В кн.: Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности. Изд. АН СССР. М., 1962, стр. 69.
- Чистович Л. А. Условные кожно-гальванические реакции на неощущаемые звуковые раздражения. Дисс. Л., 1949.
- Шастин Н. Р. Русский физиологический журнал, 1929, т. XII, 5, 469.
- Шатенштейн Д. И. Регуляция физиологических процессов при работе. Медгиз, М. — Л., 1939.
- Шатерников М. Н. В кн.: VI Всесоюзный съезд физиологов, биохимиков и фармакологов. Сборник докладов. Тбилиси, 1937, стр. 342.
- Шварц Л. А. В кн.: Вопросы психофизиологии. М. — Л., 1947, стр. 72.
- Шидловский В. А. В кн.: Проблемы общей нейрофизиологии и высшей нервной деятельности. М., 1961, стр. 379.
- Шишло А. А. О температурных центрах и о снотворных рефlekсах. Дисс. СПб., 1910.
- Шичко Г. А. В кн.: Ежегодник: отчет о научно-исследовательской работе института за 1957 г. Изд. Института экспериментальной медицины, 1958, стр. 43.
- Шичко Г. А. Ежегодник за 1958 г. Изд. Института экспериментальной медицины АМН СССР. Л., 1959а, стр. 68.
- Шичко Г. А. Журнал высшей нервной деятельности, 1959б, 9, 4, 516.
- Шмультян Д. Б. В кн.: Тезисы докладов конференции по вопросам физиологии спорта. Л., 1955, стр. 112.
- Шпильберг П. И. Бюллетень экспериментальной, биологии и медицины, 1944, 17, 6, 6, 20.
- Шпильберг П. И. Педиатрия, 1953, 4, 41.
- Шпильберг П. И. Физиологический журнал СССР, 1955, 41, 2, 178.
- Штейнбух Н. В. Возрастные изменения ЭЭГ человека. Дисс. Ростов-на-Дону, 1953.
- Шумилина А. И. Журнал невропатологии и психиатрии, 1956, 56, 2, 116.
- Щеглов. О психической утомляемости учащихся. Дисс. СПб., 1903.
- Щепкин Н. Г. В кн.: Сборник работ по физиологии. М., 1939, стр. 38.
- Щербак А. Е. В кн.: Известия Государственного института физических методов лечения. М., 1927, стр. 559.

Элькун Б. А. Сочетание нейро-вегетативной блокады с местной новокаиновой анестезией при некоторых отоларингологических операциях. Дисс. М., 1961.
 Ющенко А. А. Условные рефлексы ребенка. М. — Л., 1928.

- Abdullah A. F., Magoun H. W. *Fed. Proc.*, 1957, 16, 1.
 Adey W. R., Segundo J. P., Livingston R. B., *J. Neurophysiol.*, 1957, 20, 1.
 Adrian E. D. *Arch. Neurol. Psychiat.*, Chic., 1934, 32, 1125.
 Adrian E. D. *Proc. roy. Soc. London*, 1939, 126, 443.
 Adrian E. D. *J. Physiol.*, 1941, 100, 159.
 Adrian E. D. *Nature*, 1944, 153, 360.
 Adrian E. D. *The physical background of perception*. Oxford, 1947.
 Adrian E. D. *J. Physiol.*, 1951, 113, 1, 9.
 Adrian E. D., Matthews B. H. C., *J. Physiol.*, 1934a, 81, 440.
 Adrian E. D., Matthews B. H. C., *Brain*, 1934b, 57, 335.
 Andersen H. *Zeitschr. für Schulgesundheitspflege*, 1904, 17, 540.
 Anderson E., Bates R. W., E. Hawthorn et al. *Recent Progress in Hormone Research.*, 1957, 13, 123.
 Bach L. *Am. J. Physiol.*, 1952, 171, 417.
 Bartley S. H., O'Leary J., Bishop G. *Am. J. Physiol.*, 1937, 120, 3, 604.
 Batini C., Moruzzi G., Palestini M., Rossi G. F., Zanchetti A. *Boll. Soc. ital. Biol. sperim.*, 1957, 33, 1604.
 Batini C., Moruzzi G., Palestini M., Rossi G. F., Zanchetti A. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 1.
 Batini C., Magni F., Palestini M., Rossi G. F., Zanchetti A. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 13.
 Batini C., Palestini M., Rossi G. F., Zanchetti A. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 26.
 Bauer A. *Die Ermüdung im Spiegel des Auges*. Langesalza, 1910.
 Baumgartner Ph. *Gaz. Méd. France*, 1960, 67, 7, 831.
 Bellei G. *Riv. Sperimentale di Freniatria*, 1900, 26, 692.
 Berger H. *Arch. Psychiat.*, 1929, 87, 527.
 Bergeron G. A. *Laval med.*, 1955, 19, 1, 1.
 Bertrand J., Delay J. et Guillian J. *L'Electro-encéphalogramme normal et pathologique*. Paris, 1939.
 Bills A. G. *Am. J. Psychol.*, 1931, 43, 230.
 Binet A. *L'étude expérimentale de l'intelligence*. Paris, 1903.
 Binet A. et Courtier J. *Année physiologique*, 1897, 3, 42.
 Binet A. et Henry V. *La fatigue intellectuelle*. Paris, 1898.
 Bishop G. H. *Am. J. Physiol.*, 1933, 103, 213.
 Bishop G. H. *EEG and Clin. Neurophysiol.*, 1949, 1, 421.
 Bishop G. H., O'Leary J. L., *Am. J. Physiol.*, 1936, 117, 292.
 Blazek B. *Zeitschr. f. pädag. Psychol.*, 1899, 1, 311.
 Bonvallet M., Dell P., Hiebel G. *EEG a. Clin. Neurophysiol.*, 1954, 6, 119.
 Bonvallet M., Hugelin A., Dell P., *J. Physiol.*, Paris, 1956, 48, 403.
 Bradley P. B. *EEG a. Clin. Neurophysiol.*, 1953, 5, 471.
 Bradley P. B., Elkes J. J. *J. Physiol.*, 1953, 120, 13P.
 Bradley P. B., Elkes J. *Brain*, 1957, 80, 77.
 Bradley P. B., Key B. J. *EEG a. Clin. Neurophysiol.*, 1958, 10, 97.
 Bradley P. B., Mollica. *Arch. ital. Biol.*, 1958, 96, 168.
 Brazier M. *Brain mechan. a. conscious. A symposium*, Oxford, 1954, p. 163.
 Bremer F., C. R. Soc. Biol., Paris, 1935, 118, 1235.
 Bremer F., C. R. Soc. Biol., Paris, 1936, 122, 460.
 Bremer F., *Bull. Acad. roy med. Belgique*, 1937, 2, 68.

- Bremer F., Arch. internat. physiol., 1943, 53, 1, 53.
 Bremer F. Physiol. Rev., 1958, 38, 357.
 Bremer F. and Bounet V. EEG and Clin. Neurophysiol., 1950, 2, 389.
 Bremer F., Stoupel N. Arch. internat. physiol., 1959, 67, 240.
 Bremer F., Terzuolo C. Arch. internat. physiol., 1952, 60, 228.
 Bremer F., Terzuolo C. Arch. internat. physiol., 1953, 61, 86.
 Bremer F., Terzuolo C. Arch. internat. physiol., 1954, 62, 157.
 Brücke F., Sailer S., Stumpf C. Arch. exp. Path. Pharmac., 231, 267, 1957.
 Bugard P. Le fatigue. Paris, 1960.
 Bujas Z. et Petz B. Travail humain, 1956, 19, 3—4.
 Buser P., Borenstein P. EEG and Clin. Neurophysiol., 1959, 11, 285.
 Burdon B. Revue Philosophique, 1895, 40, 153.
 Burgerstein L. Zeitschr. für Schulgesundheitspflege, 1891, 4, 543.
 Cajal S., Ramony. Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés Paris, A. Maloine, vol. I (1909), vol. II, (1911).
 Calvet J., Cathala H. P., Contamin F., Hirsch J. et Scherrer J. Rev Neurol. Paris, 1956, 95, 445.
 Cannon W. B. The Wisdom of the Body. London, 1932.
 Cannon W. B., Rosenblueth A. Autonomic Neuroeffector Systems. New York, 1937.
 Caton R. Brit. med. J., 1875, 2, 278.
 Cavaggioni A., Giannelli G., Santibanez C. Arch. ital. Biol., 1959, 97 266.
 Chang H. T., J. Neurophysiol., 1950, 13, 235.
 Chang H. T., J. Neurophysiol., 1951, 14, 95.
 Chang H. T., Gold Spr. Harb. Sump. quant. Biol., 1957, 7, 189.
 Ciganek M. L. Rev. Neurol. Paris, 1958a, 99, 196.
 Ciganek M. L. Rev. Neurol. Paris, 1958b, 99, 198.
 Ciganek M. L. Rev. Neurol. Paris, 1958c, 99, 194.
 Ciganek M. L. EEG a. clin. Neurophysiol., 1959, II, 65.
 Ciganek M. L. Die electroencephalographische Lichtreizantwort der menschlichen Hirnrinde. Bratislava, 1961.
 Claparede E. Psychologie de l'enfant de pédagogie expérimentale 2 Ed., 1909.
 Claude Bernard. Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France. Paris, MDCCCLXVII.
 Cohn H. Untersuchungen der Augen von 10.060 Schulkindern. Leipzig, 1867.
 Cohn R. EEG and clin. Neurophysiol., 1952, 4, 297.
 Cohn R. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1955, 7, 1, 146.
 Collins W. F., O'Leary J. L. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1954, 6, 619.
 Corbin H., Bickford M. EEG and Clin. Neurophysiol., 1955, 7, 1, 15.
 Cordeau J. P., Mancina M. Arch. ital. Biol., 1958, 96, 374.
 Cordeau J. P., Mancina M. EEG and Clin. Neurophysiol., 1959, 11, 551.
 Cornil C., Gastaut H. Rev. Neurol., 1947, 79, 541.
 Cornil L., Cremieux A., Gastaut H. La Sem. des Hop. de Paris, 1948, 50, 1609.
 Couty L. Archiv de physiologie, 1880. Цит. по кн. С. И. Каплун. Основы общей гигиены труда. Часть вторая. Госиздат, М.—Л., 1926.
 Crighel E. Cercetari asupra reactivitatii corticale. Bucuresti, 1959.
 Curtis H. J. J. Neurophysiol., 1940, 3, 414.
 Dell P. Reticular formation of the brain. London, 1958, p. 365.
 Dell P. Ciba foundation symposium jointly with committee for symposia on drug action on adrenergic mechanism. London, 1960, p. 393.
 Dell P., Bouvallet M., Higelin A. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1954, 6, 599.

- Dell P., Bonvallet M. Abstr. Rev. XX inter. physiol., Congr., Bruxelles, 1956, p. 286.
- Dempsey, Morison Am. J. Physiol., 1942, 135, 2, 293.
- Derbyshire A. J., Rempel B., Forbes A., Lambert E. F. Am. J. Physiol., 1936, 116, 3, 577.
- Desmedt J. E., Mechelse K., J. Physiol., London, 1959, 147, 17P.
- Desmedt J. E., Schlag J., J. Physiol., Paris, 1957, 49, 136.
- Domino E. F. Reticular Formation of the brain. London, 1958, p. 285.
- Düker H. Psycholog. Forsch., 1949, 23, 1.
- Dumont S., Dell P., J. Physiol., Paris, 1958, 50, 261.
- Durup G., Fessard A. Comp. Rend. Soc. Biol., 1936, 122, 756.
- Ebbinhaus. Zeitschr. Psychol. Physiol., der Sinneorg., 1897, 13, 401.
- Eccles J. C. EEG and Clin. Neurophysiol., 1951, 3, 449.
- Euler U. S. Acta physiol. Scandinav., 1946, 12, 73.
- Euler U. S. Noradrenaline. Springfield. Illinois, 1956.
- Fejfar Z., Prerovský J., Fejfarová M. Ped. Listy, 1954, 5.
- Féré Ch. Travail et plaisir. Paris, 1904.
- Fogt M. J. Physiol., 1954, 123, 451.
- Friedrich. Zeitschr. Psychol. Physiol., der Sinnesorgane, 1896, 13, 1.
- Forbes A. and Morison B. R. J. Neurophysiol., 1939, 2, 112.
- French J. D., Amerongen F. K., von, a. Magoun H. W. Arch. Neurol. a. Psychiat. Chicago, 1952, 68, 577.
- French J. D., Hernández-Peón R., Livingston R. B. J. Neurophysiol., 1955, 18, 74.
- French J. D., Magoun H. W. Arch. Neurol. a. Psychiat. Chicago, 1952, 68, 591.
- Frois M. Le Travail féminin au bésillage des poudres. Paris, 1920.
- Fulton J. F., J. Neurosurg., 1954, 11, 1.
- Gantt W. H. Arch. Neurol. a. Psychiat., 1937, 37, 848.
- Gantt W. H. and W. C. Hoffmann. Am. J. Physiol., 1940, 129, 360.
- Gantt W. H. and C. N. Woolsey Tr. Am. Neurol. Ass., Atlantic City, 1948, p. 131.
- (Gantt W. H.) Гант В. Х. Проблемы современной физиологии и нервной и мышечной систем. Изд. АН Гр ССР, Тбилиси, 1956, стр. 329.
- Gastaut H. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1950, 2, 249.
- Gastaut H. Reticular formation of the brain. London, 1958, p. 561.
- Gastaut H., Hunter J. EEG and clin. Neurophysiol., 1950, 2, 263.
- Gincoff D. Prüfung der Methoden den zur Messung geistiger Ermüdung. Diss. Zurich, 1892.
- Goldman G., Secal S., Segalis M. Comp. Rend. Soc. Biol., 1938, 127, 1217.
- Green J. D., Arduini A. A. J. Neurophysiol., 1954, 17, 533.
- Gregor A. und Gorn W. Zeitschr. f. d. g. Neurol. und Psychiatr., 1913, 16, 1.
- Griesbach H. Arch. Hygiene, 1895, 24, 124.
- Griesbach H. Gotschlich Handb. der hyg. Untersuchungen, Jena, 1929, 3, 9, 359.
- Grünbaum A. Arch. neerl. de Physiol., 1920, 5, 1.
- Gudenheim C. Trav. humain, 1953, 16, 3—4, 219.
- Gunn C., Jouvet M., King E., Circulation, 1955, 12, 717.
- Guzman F., Roldán R. E., Alcaraz V. M. Abstr. Comm. XXI physiol., Congr. Buenos Aires, 1959, p. 115.
- Harnack G. A. Nervöse Verhaltensstörungen beim Schulkind. Stuttgart, 1958.
- Hassler R., Riechert T. EEG and Clin. Neurophysiol., 1954, 6, 3, 518.
- Henry C. E. Electroencephalograms of normal children. Washington, 1944.
- Hernández-Peón R., Donoso M. Proc. 1 inter. Congr. Neurol. Sci., 1959, 3, 385.
- Hiebel G.; Bonvallet M., Dell P. Sem. Hôp. Paris, 1954, 30, 2346.

- Hiebel G., Bonvallet M., Huve P., Dell P. Sem. Hôp. Paris, 1954, 30, 1880.
- Himwich H. E. Reticular formation of the Brain. London, 1958, p. 169.
- Hochrein M. und Schleicher J. Münch. med. Wochenschr., 1960, 37, 1732.
- Hof van M. W. Acta Physiol. Pharmacol. neerl., 1955, 4, 301.
- Hof van M. W. Acta Physiol. Pharmacol. neerl., 1958, 7, 272.
- Höpfner. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol., d. Sinnesorgane, 1894, 6, 191.
- Ilzhofer H. Arch. Hygiene, 1924, 7—8, 94.
- Ingvar D. H. Reticular formation of the brain. London, 1958, p. 381.
- Jasper H. Psychol. Bull., 1937, 34, 7, 411.
- Jouvet M., Lapras C., Hermann A. C. R. Soc. biol., 1959, 153 (I) 98.
- Jouvet M. et Michel F. C. R. Soc. Biol. Paris, 1958, 152, 1167.
- Jouvet M., Michel F. J. Physiol. Paris, 1959, 51 (3), 489.
- Jouvet M., Michel F., Courjon J., J. Physiol. Paris, 1959a, 51, 490.
- Jouvet M., Michel F., Courjon J., C. R. Soc. Biol., 1959b, 153, 1024.
- Jung R. Reticular formation of the brain. London, 1958, p. 423.
- Kaada B. R., J. Neurophysiol., 1950, 13, 89.
- Kabat H., Magoun H. W. and Ranson S. W. Arch. Neurol. and Psychiat., 1935, 34, 931.
- Kanno-Hajime J. Physiol. Soc. Japan, 1960, 22, 28.
- Kellaway P. Premier Congr. Intern. Sci. Neurol., 1957, p. 141.
- Key A. Schulhygienisch Untersuchungen; übersetzt von Burgerstein. Hamburg und Leipzig, 1889.
- Koella W. P. a. Gellhorn E. J. comp. neurol., 1954, 100, 2, 243.
- Kornmüller A. E. Zeitschr. für Sinnesphysiol., 1940, 68, 119.
- Kraepelin E. Ueber geistige Arbeit. Jena, 1894.
- Kroebe W. Die Naturwissenschaften, 1954, 41, 12.
- Laborit H. Réaction organique à l'agression et choc. Paris, 1955.
- Laborit H., Huguenard P. Pratique de l'hibernothérapie en chirurgie et en médecine. Paris, 1954.
- Laget P., Humbert R. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1954, 6, 591.
- Lagneau. Bulletin de l'academia de Médecine du 27 avril, 1886, p. 391.
- Lehmann A. 1894. О влиянии умственной работы на дыхание. Цит. по кн.: С. И. Кап-лун. Основы общей гигиены труда. Часть вторая. М. — Л., 1926, стр. 123.
- Li C. L., J. Physiol., 1956, 131, 115.
- Li C. L. a. Jasper H., J. of Physiol., 1953, 121, 1, 117.
- Lifschitz W., Palestini M., Armendol V. XXI Inter. congr. physiol. sci. Buenos Aires, 1959.
- Lindsley D. B. Science, 1936, 84, N 2181, 354.
- Lindsley D. B. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1952, 4, 4, 443.
- Lindsley D. B. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1953, 5, 3.
- Lindsley D. B. Reticular formation of the brain. London, 1958, p. 513.
- Lindsley D. B., Bowden J., Magoun H. W., EEG and Clin. Neurophysiol., 1949, 1, 475.
- Lindsley D. B., Schreiner L. H., Knowles W. B., Magoun H. W. EEG. and Clin. Neurophysiol., 1950, 2, 483.
- Livingston W. K., Haugen F. P., Brookhart J. M. Neurology, 1954, 4, 485.
- Longo V. G. Experientia, 1955, 11, 76.
- Longo V. G. J. Pharmac. a. Exper. Therap., 1956, 116, 198.
- Longo V. EEG a. Clin. Neurophysiol., 1960, 12, 3, 695.
- Lorinser. Medicinische Zeitung, 1836, N 1.
- Loomis A. L., Harvey E. H. a. Hobart G. A. J. Exp. psychol., 1936, 29, 249.
- Lowell E. W. and Dossett W. F. Electro cortical conditioning with Intermittent Photic Stimulation. Manuscript, 1959.

- Mac Dougall. The physical characteristics of attention. *Psychological Review*, 1896, p. 158.
- Mac Lean P. D. *J. Neurosurg*, 1954, 11, 29.
- Maggiora *Arch. ital. Biol.*, 1890, 13, 2.
- Magni F., Melzack R., Moruzzi G., Smith C. J. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 357.
- Magni F., Moruzzi G., Rossi G. F., Zanchetti A. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 357.
- Magoun H. W. *The Waking Brain*. Springfield, 1958.
- Mancia M., Meulders M., Santibanez G. *Arch. ital. Biol.*, 1959, 97, 378.
- Marschall W. H., Woolsey C. H., Bard P., *J. Neurophysiol.*, 1941, 4, 1.
- Meessen H., Olzewski J. A cytoarchitectonic atlas of the rhomben cephalon of the rabbit. Basel and New York, Karger, 1949.
- Mollica A. *Arch. ital. Biol.*, 1958, 96, 216.
- Monnier M., Krup P. *Schweiz. med. Wschr.*, 1959, 89, 430.
- Morison R. S., Basset D. L. *J. Neurophysiol.*, 1945, 8, 309.
- Morison R. S., Dempsey E. W., *Am. J. Physiol.*, 1942, 138, 297.
- Morison R. S., Dempsey E. W., Morison B. R. *Am. J. Physiol.*, 1941, 131, 744.
- Moruzzi G. *Minerva med.*, 1952, 43, 1, 730.
- Moruzzi G. *Rass. clin. sci. ist. biodhim. Ital.*, 1958, 34, 147.
- Moruzzi G., Magoun H. W. *EEG and Clin. Neurophysiol.*, 1949, 1, 455.
- Mosso. *Berl. Verh. Ges. d. Wissensch. Bd. 26. S. 805*. Leipzig, 1874.
- Mosso A. *Die Diagnostik des Pulses*. Leipzig, 1879a.
- Mosso A. *Memorie della Reale Accademia dei Lincei*, V, chap. VII, 1879b.
- Mosso A. *Über Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn*. Leipzig, 1881.
- Mosso A. *Arch. ital. Biol.*, 1884, 5, 130.
- Mosso A. *Arch. ital. Biol.*, 1890, 13, 123.
- Mosso A. *Die temperatur des Gehirns*. Leipzig, 1894.
- Motokawa K. and Huzimori B. *Tohoku j. exp. med.*, 1949, 50, 215.
- Mulder D. W., Daly D., Bailey A. A. *Arch. intern. med.*, 1954, 93, 481.
- Mundy-Castl A. C. *EEG and Clin. Neurophysiol.*, 1953, 5, 1.
- Nauta W. J. H. *IV inter. congr. EEG and Clin. Neurophysiol.*, 1957, p. 163.
- Nielsen J. M. *California med.*, 1947, 66, 6, 338.
- Olzewski J. *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford, 1954, pp. 54.
- Pieron H. *Physiol. du travail*, 1922, 3.
- Pampiglione G., Ackner B. *Brain*, 1958, 81, 64.
- Peiss C. N., *J. Physiol. London*, 1958, 141, 500.
- Peiss C. N., Middy R. T., Randall W. C., Johnes D. S., *Fed. proc.*, 1956, 15, 10.
- Peterson F. und Jung C. *Brain*, 1907, 30, 153.
- Philipson M. et Menzerath P. *Arch. Intern. Physiol.*, 1919, 15, 1.
- Porter R. W. *Am. J. Physiol.*, 1953, 172, 505.
- Ranson S. W., Kabat H., Magoun H. W. *Arch. Neurol. Psychiat., Chic.*, 1935, 33, 467.
- Regelsberger H. *Der bedingte Reflex und die vegetative Rhythmik des Menschen dargestellt am Electrodermatogramm*. Wien, 1952.
- Remy M. *Schweiz. med. Wschr.*, 1947, 52, 1363.
- Renshaw B., Forbes A., Morison B. R. *J. Neurophysiol.*, 1940, 3, 74.
- Rheinberger M. B., Jasper H. H. *Am. J. Physiol.*, 1937, 119, 186.
- Richter G. *Unterricht und geistige Ermüdung*. Halle, 1895.
- Rinaldi F., Himwich H. E. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago*, 1955a, 73, 396.
- Rinaldi F., Himwich H. E. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago*, 1955b, 73, 387.
- Ritter C. *Zeitschr. Psychol.*, 1900, 24, 401.

- Roger A., Rossi G. F. and Zironi A. EEG a Clin Neurophysiol., 1956, 8, 1-13.
- Rothballer A. B. EEG a Clin. Neurophysiol., 1956, 8, 603.
- Rothballer A. B. EEG a Clin. Neurophysiol., 1957, 9, 409.
- Sachsenwager R. Deutsch. Zeitschr. ges. Gericht. Med., 1955, 441.
- Schuyten M. C. Arch. Psychol., 1903, 2, 321.
- Schuyten M. C. Archive Psychol., 1904, 4, 113.
- Segundo J. P., Arana R., French J. D., J. Neurosurg, 1955, 12, 601.
- Segundo J. P., Naguet R., Buser P., J. Neurophysiol., 1955, 18, 236.
- Selye Hans. The Stress of Life. New York, 1956.
- Sharpless S., Jasper H. H. Brain, 1956, 79, 655.
- Sikorsky I. Ann. d'hygiene publique, 1879, 458.
- Smith J. Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med., 1937, 36, 384.
- Soulairac A. Bull. psychol., 1960, 13, 312.
- Starch D. Psychol. Rev., 1910, 17, 19.
- Starzl T. E., Taylor C. W., Magoun H. W., J. Neurophysiol., 1951, 14, 461.
- Starzl T. E., Whitlock D. G. J., Neurophysiol., 1952, 15, 449.
- Steinberg H., Watson R. H. J., J. Physiol. London, 1959, 147, 20P.
- Thiry S. Arch. intern. Physiol., 1951a, 10, 1.
- Thiry S. Arch. intern. Physiol., 1951b, 10, 59.
- Toman J. J. Neurophysiol., 1941, 4, 51.
- Tramer M. Schülernote. Erkennung und Behandlung mit praktischen Beispielen. Basel/Stuttgart, 1960.
- Urbantschitsch V. Pflügers Arch. ges. Physiol., 1883, 30.
- Urbantschitsch V. Pflügers Arch. ges. Physiol., 1888, 42.
- Vannod T. Revue médicale de la Suisse Romaine, 1897, 17, 21.
- Vannod T. Rapport du I-er Congrès International d'Hygiène scolaire. Nuremberg, 1909, vol2.
- Vaschide N. Revue de Philosophie, 1905, 5, 316.
- Virchow R. Virch. Arch., 1869, Bd. XLVI.
- Virchow und Westphal. Gutachten der Königlichen wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen in Preussen betreffend die Ueberbürdung der Schüler in den höheren Lehranstalten. Berlin, 1884.
- Wada J. Reticular formation of the brain. Boston, 1958, p. 507.
- Walter W. G., Dovey V. J., Shipton H. Nature, 1946, 158, 540.
- Walter V. J. and Walter W. G. EEG a Clin. Neurophysiol., 1949, 1, 57.
- Walker A. E., Woolf J. I., Halstead W. C., Case T. J. J. Neurophysiol., 1942, 6, 213.
- Walker A. E., Woolf J. I., Halstead W. C. and Case T. J. Arch. Neurolog. Psychiat., 1944, 52, 117.
- Wang G., J. Neurophysiol., 1958, 21, 327.
- Wang G. H., J. Neurophysiol., 1959, 22, 98.
- Wang S. C., Ranson S. W., J. Comp. Neurol., 1939, 71, 437.
- Wang G. H., Stein P., Brown V. W. J. Neurophysiol., 1956a, 19(4) 340.
- Wang G. H., Stein P., Brown V. W. J. Neurophysiol., 1956b, 19(4) 350.
- Wells F. L. Am. J. Psychol., 1908, 19, 437.
- (Цион Е.) Zion. Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen, 1876.

ОПЕЧАТКИ

в книге Ю. М. Пратусевича «Умственное утомление школьника»

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
40	1—2 снизу	Вожжинского	Волжинского
45	16 сверху	В. А. Буркмана	В. А. Бурмакина
115	13 снизу	Lidsley	Lindsley
117	5 сверху	Hasseler	Hassler
238	5 сверху	$(2\pi\sigma_{ш}^2)^{F_0T}$	$(2\pi\sigma_{ш}^2)^{-F_0T}$
269	5—6 сверху	частицы	частоты
291	6 сверху	частицы	частоты
452	15 снизу	Тетятник Ф. К.	Телятник Ф. К.

Пратусевич Юрий Маркович

УМСТВЕННОЕ УТОМЛЕНИЕ ШКОЛЬНИКА

Редактор С. П. Ландау-Тылкина

Техн. редактор А. В. Королев

Переплет художника Л. С. Эрмана

Корректор М. П. Молоков

Сдано в набор 31/III 1964 г. Подписано к печати 8/V 1964 г. Формат бумаги 70×90¹/₁₆ 28,75 п.
(условных 33,64 л.) 29,82 уч.-изд. л. Тираж 8300 экз. МН-76

Издательство «Медицина», Москва, Петроверигский пер., 6/8
Заказ 208. 11-я типография Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров
по печати, Москва, Нагатинское шоссе, д. 1
Цена 1 р. 35 к.

ка»

ать

М. П. Мош

901/10 28,75 п

Министро

1р. 35к.

МЕДИЦИНА — 1964



М С Т В Е Н Н О Е У Ч Т О М Л Е Н И Е Ш К О Л Ь Н И К А

